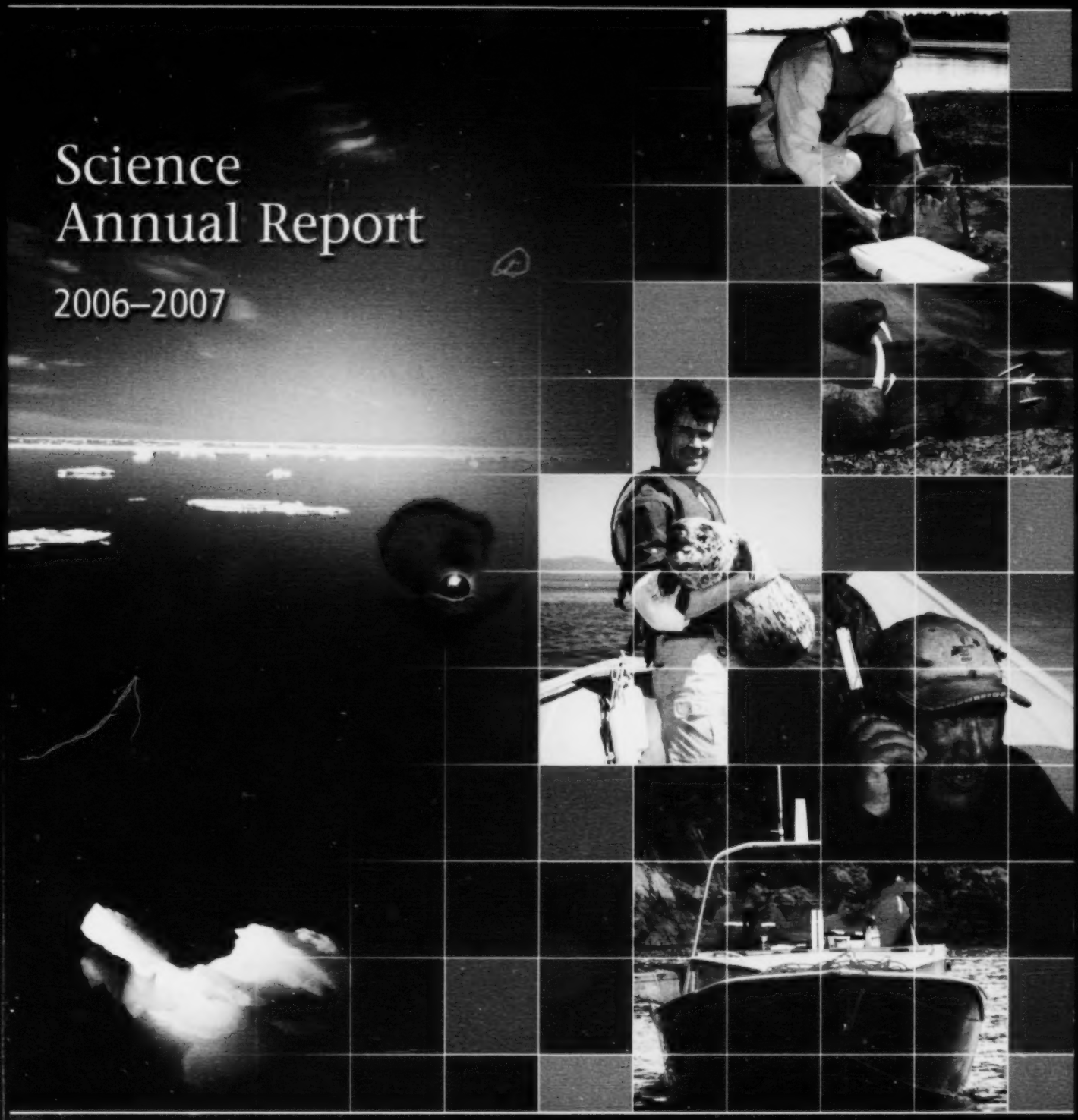
Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada

Science Annual Report

2006–2007



Canada

Published by:

Communications Branch
Fisheries and Oceans Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

DFO/2007-1354

© Her Majesty the Queen in Right of Canada 2007

Cat. No. Fs1-73/2007
ISBN 978-0-662-69920-0 paper

Cat. No. Fs1-73/2007E-PDF
ISBN 978-0-662-46311-5 PDF

Printed on recycled paper.

The electronic version of this report is available on our website: **www.dfo-mpo.gc.ca/science**

For more information or additional copies of this report, please contact the Communications Branch of Fisheries and Oceans Canada at the address above, or e-mail: **info@dfo-mpo.gc.ca**
Tel.: 613-993-0999
Facsimile: 613-990-1866
TTY: 1-800-465-7735

Permission to Reproduce: Except as otherwise specifically noted, the information in this publication may be reproduced, in part or in whole and by any means, without charge or further permission from Fisheries and Oceans Canada, provided that due diligence is exercised in ensuring the accuracy of the information reproduced; that Fisheries and Oceans Canada is identified as the source of the information; and that the reproduction is not represented as an official version of the information reproduced, nor as having been made in affiliation with, or with the endorsement of, Fisheries and Oceans Canada.

Commercial Redistribution: For permission to reproduce information in this publication for commercial redistribution, please e-mail: **info@dfo-mpo.gc.ca**

Photo Credits:
All images in this report are the copyright property of Fisheries and Oceans Canada, unless otherwise identified. Fisheries and Oceans Canada photographs may be reproduced free of charge and must be credited as to source when reproduced. In the case of images that are not the property of Fisheries and Oceans Canada, the permission of the photographers identified in credits is required to reproduce the photographs and fees may apply.

On the front cover of the Science Annual Report, from top to bottom:

Fisheries and Oceans Canada (DFO) chemist Jacqueline Arsenault of the Gulf Fisheries Centre in Moncton, New Brunswick, is seen collecting samples of sand shrimp (*Crangon septemspinosa*) in Kouchibouguac National Park. DFO scientists are working in collaboration with Environment Canada to develop tests to assess toxicity of pesticides. Read more about the impact of pollutants on aquatic animals at: **www.dfo-mpo.gc.ca/science/Story/nl/pollutants_e.htm**

Walrus (*Odobenus rosmarus*) are basking in the sun on a rocky shoreline of the Arctic Ocean. When they are warm, the blood flow to their skin surface is increased to dump excess body heat, which makes them look slightly pink. Read more about walrus and the work of research scientist Dr. Rob Stewart of the Freshwater Institute in Winnipeg, at: **www.dfo-mpo.gc.ca/science/Story/central_arctic/tracking_walrus_e.htm**

Research scientist Dr. Peter Ross of the Institute of Ocean Sciences in Sidney, British Columbia, takes small samples of body fat from marine mammals such as this young Pacific harbour seal (*Phoca vitulina Richardsi*) to learn about how contaminants in the Pacific Ocean, Puget Sound and the Strait of Georgia near Vancouver are impacting top predators such as seals and killer whales. Read more about his work online at: **www.dfo-mpo.gc.ca/science/Story/quebec/killerwhales_e.htm**

Livee Qulualiq of Nunavut is shown using an Iridium satellite phone to stay in touch with his community while out on a field mission. His knowledge of bowhead habitat and behaviour was necessary to researchers during a search for bowhead whales (*Balaena mysticetus*) in the eastern Arctic. Bowhead studies were undertaken to update information on their range and numbers. There is more information on bowhead whales inside this year's Science Annual Report.

During a multi-year mission to study the Arctic char (*Salvelinus alpinus*) fishery in the south Baffin Island area, the team coordinated by researcher Tracey Loewen logged many hours in the field collecting data and samples, and local Inuit knowledge of fishing areas was essential to the work. Here we see Andrew Nakashuk, formerly of DFO and now with the Nunavut Wildlife Service, along with DFO Fish and Aquaculture Management employees, Sandra Courchesne and Simon Wiley, at work on the water. Read more about Arctic char online, at **www.dfo-mpo.gc.ca/science/Story/central_arctic/arctic_char_e.htm**

The background photo shows the blue water, sky and the Arctic Ocean horizon from the deck of *CCGS Louis S. St-Laurent*, during the record-breaking warm summer 2006 research voyage through the Northwest Passage. Photo: © Paul Galipeau.

Table of Contents

Message from the Assistant Deputy Minister of Science 3

Strategic Role of Science in Fisheries and Oceans Canada 5

Science across Canada 6

SECTION 1: HIGH PRIORITY AND EMERGING ISSUES

International Polar Year and Arctic Science 8
Centres of Expertise Confront Specialized Issues 10
How Much Water to Extract for Human Use? Athabasca Oil Sands Water Needs 10
Scientific Review of the Potential Environmental Effects of Aquaculture in Aquatic Ecosystems 11
Tunicates: An Aquatic Invasive Species Crisis in Atlantic Canada 12
Biological Risk Assessment of Invasive Tunicates 13
Japanese Skeleton Shrimp Invade Quebec Waters 13
Devil's Lake: Concern about Cross Border Traffic in Freshwater Invasive Species 14
National Aquatic Animal Health Laboratories Take Action Against Great Lakes Fish Virus 15
Endocrine Disruptor Experiment Answers Critical Question about Impacts to Fish 15
Potential Impacts of Pesticides on Fish 16
Extreme Weather: Improving Forecasting with Computer Models 17
Sea Lice 17
Geonomics and the Mystery of Late-run Fraser River Sockeye Salmon 18

SECTION 2: SCIENCE THAT MATTERS TO CANADIANS

A: TARGETED RESEARCH 22

The Cascading Effect of the Loss of Top Predators 22
DFO Science and University Researchers Collaborate to Study Ecosystem Change, Capelin and Seabirds 23
Research Behind the Scenes of Snow Crab Stock Assessment 24
By-catch Survival and Conservation 25
Research Mission in the Sargasso Sea 26
Integrated Multi-Trophic Aquaculture in the Bay of Fundy: Continuing to Evolve 26
Atomic Bomb Radiocarbon Shows Beluga Whales Live Twice as Long as Previously Believed 27
Aquatic Biotechnology Research and Development Program 28
Marine Studies of Pacific Salmon 29
Strait of Georgia Study 30
High Seas Pacific Salmon Program 30

B: MONITORING 31

National Aquatic Monitoring in Canada: Report of the Implementation Team 31
A Model Monitoring Program 32

Monitoring in Northern Canada 33
The Many Benefits of Ocean Modeling and Ecosystem Applications 33
Monitoring Canada's Waters from Space 34
MERIS and the Red Tide Investigation 36
Long-term Monitoring Shows Dramatic Shifts in the Composition of the Southern Gulf of St. Lawrence Ecosystem 36
Development of a Satellite Buoy Network for Real-time Acoustic Localization of Whales in the St. Lawrence 37
Aquatic Invasive Species in the Great Lakes 37
Groundfish Monitoring and Assessment in British Columbia 38
Developing New Technologies for Visual Surveys for Rockfishes 39

C: ADVICE 40

Advice in Support of the *Species at Risk Act* in the Great Lakes 40
Killer Whales of Newfoundland and Labrador: Assessment of Distribution and Social Structure 41
Eastern Canadian Arctic Bowhead Whales: Population Assessment 42
A Study of Resident Seal Populations and Oil Drilling Operations in the Beaufort Sea 43
Science Advice on Arctic Populations of Narwhal, Greenland Halibut, Beluga 44
Oceans Action Plan: Science in Support of Integrated Management 45
Ecosystem Overview and Assessment Report on the Beaufort Sea 45
Mapping Species at Risk: New Tool for Conservation and Habitat Management 46
Aquatic Invasive Species Assessment: Northern Snakehead in Canada 46
Canada–U.S. Pacific Hake Agreement 47
Identifying the Biological Diversity of Pacific Wild Salmon under the Wild Salmon Policy 48

D: MANAGEMENT OF DATA AND INFORMATION 49

Archiving 1 Million Observations per Month and Growing! 49

E: DATA PRODUCTS AND SERVICES 50

GeoPortal 50
United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS) 50
Innovative New Mapping Tool Introduced at CHS 51
World Hydrography Day 52
Ocean Sciences - Canadian Hydrographic Service on the International Scene 52
Strategic Science Outreach 53

SECTION 3: RECOGNIZING EXCELLENCE

Publications 56
Awards 59

Message from the Assistant Deputy Minister of Science

I am fortunate this year to be able to congratulate a very hard-working group of my colleagues on being awarded a Nobel Peace Prize. I am immensely proud of the work achieved by scientists of Fisheries and Oceans Canada in their contributions to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) — co-winners of the prize with former U.S. Vice President Al Gore. Our understanding of the Arctic ecosystem, its climate and oceans, has never been more essential, and these scientists — too many to name in this short message — have made an immeasurable contribution to global science. They have indeed altered the world's knowledge of climate processes and our society's response to those processes. Although the Nobel Prize was announced in October 2007, long past the final date in the fiscal year covered by this report, I could not resist the opportunity to congratulate my colleagues and the IPCC as a whole, and to celebrate their outstanding work. There is more about their contribution in the Recognizing Excellence section of this report. I also urge you to read the IPCC summary report.*

Leading aquatic researchers around the world, many of them Canadian, advocate a dynamic and multi-disciplinary ecosystem approach to managing human impacts on aquatic resources. We believe this approach is suited to interpreting events in Canada's oceans such as ecosystem shifts, oceanographic changes, the collapse of the East coast ground fisheries and fluctuations in returns of West coast salmon stocks, and the management of freshwater ecosystems.

This year the Science Sector of Fisheries and Oceans Canada (DFO) took steps to move further ahead with an ecosystem approach to science, which is outlined for our clients and stakeholders in *New Ecosystem Science Framework in Support of Integrated Management*. The ecosystem approach focuses on the key relationships in nature, how human activities interact with one another, and how humans affect aquatic ecosystems. Using the ecosystem approach, our scientists will provide essential science-based advice about aquatic ecosystems and the impacts of people on those ecosystems for the integrated management of diverse activities involved in fisheries, transportation, aquaculture, habitat, ocean resources, and the recovery of species at risk, as well as those connected to oil and gas exploration.

Key activities of DFO Science — research, monitoring and advice — are moving toward using this multi-disciplinary, precautionary, rules-based and indicators-based approach, which makes use of risk assessment tools and best practices for the cumulative assessment of ecosystems. Stakeholders inside and outside the department will notice that we will focus more on providing ecosystem

data and less on providing information on a single target stock or single human activity. Other core Science activities — managing data and information, and data products and services — support us in this approach, and we continue to provide these to Canadians.

During the year, we continued to establish Centres of Expertise to focus research efforts on high-priority issues where it is most effective to partner both internally and externally with academia, other departments and other governments to achieve results.

I was also pleased to represent DFO at the signing of a Letter of Intent on Scientific Collaboration with Spain for collaborative research projects on ecosystem and fisheries science, aquaculture and genomics, aquatic animal health and aquatic invasive species.

I believe it is vital that Canadians have perspective on the value and relevance of DFO Science. This report is part of that effort, as is *Science that Matters*, a brochure we created to introduce ourselves to new recruits, to those who would collaborate with us and to all Canadians.

Wendy Watson-Wright, PhD
Assistant Deputy Minister
Science Sector, Fisheries and Oceans Canada

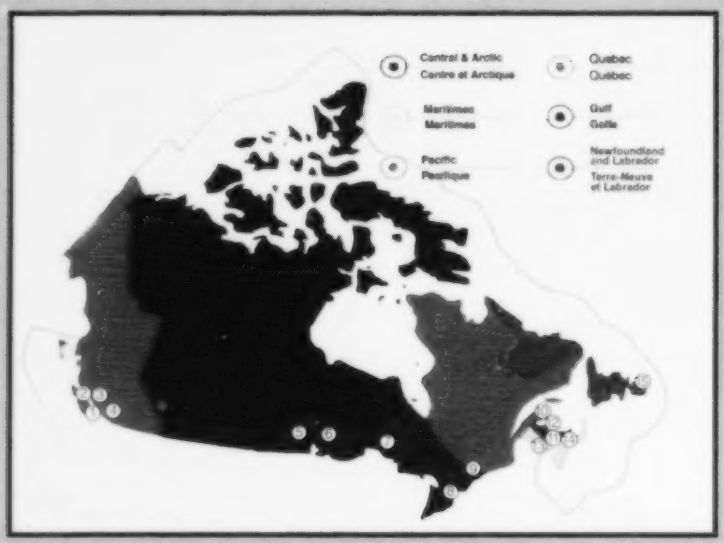
* Learn more at: www.ipcc-wg2.org

Strategic Role of Science in Fisheries and Oceans Canada

Chart Shows Spending on Science Activities Organized According to Strategic Outcome

Strategic Outcomes of Fisheries and Oceans Canada						
Safe and Accessible Waterways (SAW)		Sustainable Fisheries and Aquaculture (SFA)		Healthy and Productive Aquatic Ecosystems (HAPAE)		
National Science Themes: State of Aquatic Ecosystems; Impacts of Human Activities; Safety, Security and Sovereignty						
SAW Science Activities		**SFA Science Activities**		**HAPAE Science Activities**		**2006–2007 Actual Spending ($ millions)**
Providing products and services for navigation	34.8	Monitoring and assessing the status of fishery resources	88.1	Assessing the impacts of development on aquatic ecosystems	17.2	
Supporting maritime safety and security and Canadian sovereignty	3.5	Supporting the assessment and recovery of species at risk	7.0	Assessing aquatic ecosystems and supporting integrated oceans management	44.4	
		Researching aquatic invasive species and monitoring aquatic-animal diseases	20.4	Monitoring, understanding and predicting variation and change of ocean climate	6.8	
		Supporting sustainable aquaculture and understanding aquaculture-environment interactions	13.4			
		Applying genomics and biotechnology to aquatic ecosystems	3.8			
		Contributing to science management in DFO and the Government of Canada	19.1			TOTAL
Subtotals:	**38.3**		**151.8**		**68.4**	**258.5**
Science functions necessary to support science activities are: Research, Monitoring, Advisory Processes, Products and Services, Data Management						

Science Across Canada



Map of Canada showing locations of Science Institutes, as follows:

1 Institute of Ocean Sciences (Sidney)
2 Pacific Biological Station (Nanaimo)
3 Centre for Aquaculture and Environmental Research (Vancouver)
4 Cultus Lake Salmon Research Laboratory (Cultus Lake)
5 Freshwater Institute (Winnipeg)
6 Experimental Lakes Area (N. Ontario)
7 Sea Lamprey Control Centre (Sault Ste. Marie)
8 Bayfield Institute (Burlington)
9 Canadian Hydrographic Service (Ottawa)
10 Maurice Lamontagne Institute (Mont-Joli)
11 Gulf Fisheries Centre (Moncton)
12 Charlottetown Aquatic Animal Pathogen Biocontainment Laboratory (Charlottetown)
13 St. Andrews Biological Station (St. Andrews)
14 Bedford Institute of Oceanography (Dartmouth)
15 Northwest Atlantic Fisheries Centre (St. John's)

Science on the water

On the water, DFO Science depends on the Canadian Coast Guard (CCG) for the successful delivery of its Science program, including fisheries, biodiversity and habitat research, stock assessment, oceanographic research and hydrographic surveys conducted by researchers from DFO, other government departments and universities. In addition to research trawlers, oceanographic and hydrographic survey vessels and smaller research vessels, CCG icebreakers, such as the flagship *CCGS Louis S. St-Laurent*, support Canadian and Canadian-led international marine research projects in the Arctic.

Section 1

High Priority and Emerging Issues

As part of its mandate, DFO Science provides scientific research, advice and services focused on priority aquatic issues that may emerge suddenly or demand a place at the top of the DFO Science agenda over the long term. This section provides a sampling of issues from across Canada that occupied a priority position on the Science agenda in 2006–2007.

International Polar Year and Arctic Science

DFO Science is a major participant in the International Polar Year (IPY) 2007–2009, which began March 2007. At that time, the Government of Canada announced $150 million in IPY funding over six years, of which $100 million is for 44 science research projects. The 24 months of IPY provide a unique opportunity to gain greater scientific knowledge of our North and strengthen Canada's position as a global leader in Arctic research. DFO scientists have a prominent role among national and international partners to build an increased understanding of the oceans' role in global climate as well as the impacts of climate variability and change to Arctic marine ecosystems.

IPY is the largest-ever international program of scientific research focused on polar regions, with thousands of scientists and researchers from more than 60 nations participating. Additional information about the Government of Canada's program for IPY can be found online at: **http://www.api-ipy.gc.ca**

Inuit throat singers at the Canadian launch of International Polar Year in Ottawa

DFO is leading and engaged in several marine research projects, including the following six funded by the Government of Canada for IPY:

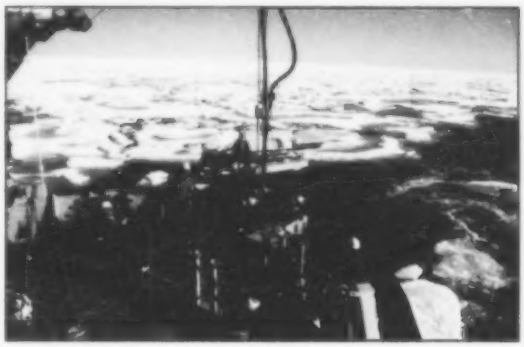
Project	Principal Investigator	Funding
Canada's Three Oceans	Dr. Eddy Carmack	$6.4 million
Canadian Archipelago Through-flow Study	Dr. Humfrey Melling	$3.4 million
Climate Variability and Change Effects on Chars in the Arctic	Dr. James Reist	$2.0 million
Global Warming and Arctic Marine Mammals	Dr. Steven Ferguson	$350,000
Impacts of Severe Arctic Storms and Climate Change on Arctic Oceanographic Processes	Dr. William Perrie	$500,000
Pan-Arctic Tagging of Beluga Whales	Dr. Michael Hammill	$500,000

Many Canadians, and especially students, teachers and academics in related fields, have a strong appetite for detailed information about science initiatives in the Arctic. A good place to go to learn more is the Northern Science portal of **http://www.science.gc.ca/**

DFO Science has an Arctic Research portal at: **http://www.dfo-mpo.gc.ca/regions/central/science/arcres/index_e.htm**

DFO Science prepares a summary of Canadian science initiatives for the Arctic Ocean Sciences Board (AOSB), a non-governmental body that includes members and participants from research and governmental institutions in many nations. This concise report is online at: **www.aosb.org**

ArcticNet and CCGS *Amundsen*
DFO researchers contribute to ArcticNet, a Network of Centres of Excellence of Canada. ArcticNet contributes to the development and dissemination of knowledge needed to formulate adaptation strategies and national policies to help Canadians face the impacts and opportunities of climate change and globalization in the Arctic. The DFO research vessel CCGS *Amundsen* is vital to this multidisciplinary effort. The ArcticNet portal is another excellent source of information on Arctic science at: **www.arcticnet-ulaval.ca**
Photo: © ArcticNet



Tests of seabed survey technology
During the 2006 science mission aboard CCGS *Louis S. St-Laurent*, researchers tested a seismic airgun sled. It is one of the technologies developed for surveying the seabed in the high Arctic. Read more on page 51.

CBC TV *The National* – Northwest Passage Voyage
In July 2006 CBC English-language television news *The National* voyaged through the Northwest Passage with the DFO Science mission aboard CCGS *Louis S. St-Laurent*. The sign was a joke for CBC meteorologist Claire Martin, as record warm temperatures were experienced on the trip. The in-depth coverage included Arctic science, Arctic history and economic and social change in Canada's North. The coverage is online at: **www.cbc.ca/news/ background/northwest-passage/index.html**

Centres of Expertise Confront Specialized Issues

Some aquatic issues arise quickly and demand expert attention. These may result from extreme change in ocean regimes, invasive species or other natural or human-impact phenomena. DFO Science has recently established Centres of Expertise, which are able to bring to bear specialized science skills related to issues such as potential environmental impacts of pesticides, hydropower impacts on fish and fish habitat, aquatic animal health research and diagnostics, aquatic chemical analysis and more. These experts are called upon to work on priority and emerging issues such as those described in this section. To learn more, visit: **www.dfo-mpo.gc.ca/science/coe/index_e.htm**

How Much Water to Extract for Human Use? Athabasca Oil Sands Water Needs

Domestic, industrial and agricultural water use is rising across Canada, putting many rivers and lakes under increasing strain. The extraction of oil from bitumen in the Athabasca oil sands in Alberta is a noteworthy example of an increasing water need.

DFO's mandate to protect fish and fish habitat results in the department having to make decisions on how much water can be withdrawn while still maintaining natural aquatic ecosystems. This field of science is called Instream Flow Needs, and combines the expertise of hydrologists, engineers and biologists to understand the relationship of fish habitat to flow. A complex array of tools and data is needed to generate hydraulic models that are used to predict the changes in fish habitat in response to altered flow regimes.

During 2007, DFO Science conducted or participated in several workshops on instream flow issues, including advice on the *Habitat Management Program Pathways of Effect decision support tool, the Habitat Management Program Practitioner's Guide and Decision Support Tools*, two meetings of the joint Centre of Expertise on Hydropower Impacts on Fish and Fish Habitat: Canadian Environmental Assessment Agency working group on hydropower effects on fish habitat, a joint workshop of DFO and the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC) on altered flow regimes; as well as a workshop to peer review a draft joint DFO–Alberta Environment water management framework for the Lower Athabasca River in the oil sands region of northern Alberta.

In this latter case, considerable research and data analysis had been conducted by the province of Alberta and DFO, and a draft water management plan had been developed. Scientists from government and academia reviewed the draft plan and examined the conclusions in light of all of the available data and the current state of scientific understanding. Advice was provided to senior management regarding the conclusions of the review in order to assist regulators in making decisions about the oil sands water needs. Proceedings can be found on the Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS) website: **http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas**

A researcher is seen extracting a sediment core. Sediment studies are integral to environmental impact assessments such as those being conducted on the Lower Athabasca River.

Scientific Review of the Potential Environmental Effects of Aquaculture in Aquatic Ecosystems

The DFO State-of-Knowledge Initiative is a scientific review of the potential environmental effects of aquaculture. The review covers marine finfish, shellfish and freshwater aquaculture. The fourth and fifth (final) volumes of the State-of-Knowledge papers were completed in 2006. The topics addressed in the final two volumes are:

- Role of genotype and environment in phenotypic differentiation among wild and cultured salmonids;
- Cultured and wild fish disease interactions in the Canadian marine environment;
- Trophic interactions between finfish aquaculture and wild marine fish;
- Behavioural interactions between farm and wild salmon: potential for effects on wild populations;
- Overview of the environmental impacts of Canadian freshwater aquaculture;
- Scientific review of bivalve aquaculture: interaction between wild and cultured species.

The State-of-Knowledge review papers written under the direction of DFO scientists provide the current status of scientific information and identify knowledge gaps and research needs. DFO will use this valuable information to help set its future research agenda for aquaculture-environment interactions. The executive summaries for all five volumes can be found through the following web link: **http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/environmental-environnement/aquaculture_e.htm**

A DFO genomics researcher at work in the lab at the Freshwater Institute in Winnipeg

Tunicates: An Aquatic Invasive Species Crisis in Atlantic Canada

Invasive tunicates or "sea squirts" pose a serious threat to the Canadian aquatic environment and economy. These destructive and costly aquatic invasive species displace native species and foul aquaculture equipment, the hulls of vessels and harbour infrastructure. Some tunicates look like smothering blobs of jelly while others resemble leathery clubs. The recent arrival of four tunicate species and their substantial impacts on the mussel aquaculture industry in Prince Edward Island and Nova Scotia is raising concern that the invaders may cause similar problems in other important aquaculture areas, and that the fishing industry in Canada may also be impacted.

In the midst of this crisis, relevant research and monitoring programs on aquatic invasive species (AIS) are being developed to provide advice to industry and government agencies on management strategies. Monitoring activities are focused on early detection and the spread of AIS. All regions on the Atlantic coast are participating and coordinating their efforts to ensure efficient data gathering and sharing. This is supported by a pilot project on coordination and taxonomic support in the Gulf Region. Research activities vary from basic biology to ecosystem interaction and mitigation measures. The information generated from these research activities also contributes to the development of risk analysis and rapid response procedures; these procedures are already being used as part of management strategies and, more specifically, to respond to shellfish introduction and transfer requests.

Styela clava, or "leathery sea squirt" overgrows an oyster cage

To assist the mussel industry during this trying period, several agencies are coordinating innovative research and development projects to maximize their collective contributions. Information on the biology of these tunicates has already been used to establish effective guidelines for the movement of mussels and other fish from infested waters to non-infested areas, while minimizing the risk of new introductions or further spread of established AIS.

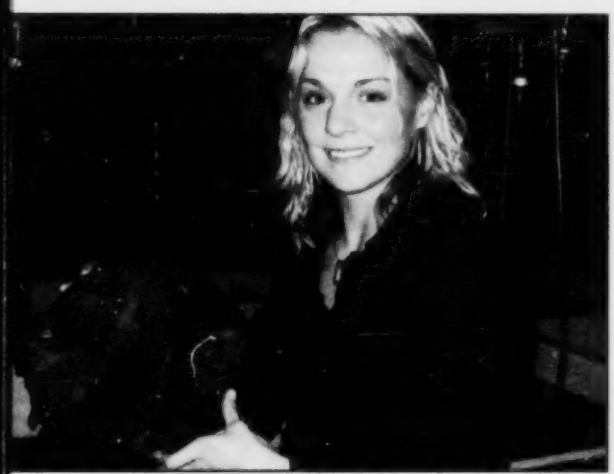
In Moncton, New Brunswick, Daniel Bourque is leading a research project in collaboration with Jeff Davidson (Atlantic Veterinary College) to determine the risk of spread through the processing plants. This project is providing critical information to the processing sector to minimize the risk of introduction of AIS in the receiving waters. Bourque is also collaborating with Neil MacNair (Prince Edward Island Department of

Fisheries and Aquaculture) and Benedikte Vercaemer on a research project comparing the reproductive cycles of *Ciona intestinalis* in Prince Edward Island and Nova Scotia.

Andrea Locke is leading a research project on the natural dispersion of tunicates with the use of oceanographic models developed by Joel Chassé. This project will contribute indispensable information for the development of risk analysis. Thomas Landry and Chris McKindsey are leading a project that examines the effect of human activities on the ability of invasive tunicates to establish and thrive in Prince Edward Island. These and other research projects on invasive tunicates all contribute to the establishment of a rigorous and effective program on AIS for the benefit of all Canadians.

Biological Risk Assessment of Invasive Tunicates

In view of the significant negative impacts on aquaculture and biodiversity, the Centre of Expertise for Aquatic Risk Assessment undertook a risk assessment, led by Tom Therriault and Matthias Herborg of DFO Pacific, to inform management and policy. Five tunicate species were considered: three colonial (golden star tunicate, *Botryllus schlosseri*; violet star tunicate, *Botrylloides violaceus; Didemnum* sp.) and two solitary (club tunicate, *Styela clava*; vase tunicate, *Ciona intestinalis*).



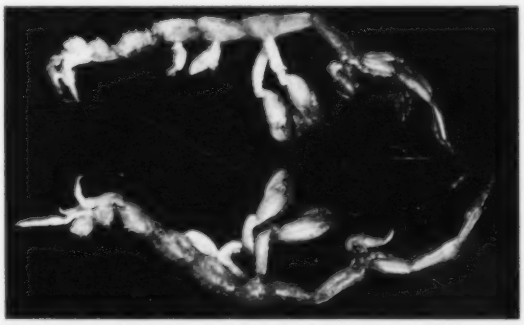
Stephanie Howes of the Bedford Institute of Oceanography holds a sample of the vase tunicate *Ciona intestinalis*

Biological risk assessments were conducted for each species for both the Atlantic and the Pacific coasts using information contained in biological synopses, environmental niche modeling and an expert opinion survey. With the exception of *C. intestinalis* on the West coast (moderate ecological risk), all species were found to be of high ecological risk on both coasts, whereas the genetic consequences for all were deemed to be moderate. They also considered the risks posed by pathogens, parasites and fellow travellers. The results were peer reviewed by international tunicate, aquatic invasive species and aquaculture experts at a workshop in Charlottetown, Prince Edward Island in March 2007. The comments and decisions from that meeting are currently being incorporated into a final assessment to be published as a CSAS research document.

Japanese Skeleton Shrimp Invade Quebec Waters

In the Gulf of St. Lawrence, Chaleur Bay and the Magdalen Islands, 200,000 individual Japanese skeleton shrimp may occupy a single square metre. The invasive amphipod crustacean, *Caprella mutica*, is native to the Japan Sea and measures up to 35 mm long. Work carried out at the Maurice Lamontagne Institute by Marcel Fréchette, Bernard Sainte-Marie and Christian Turcotte, in cooperation

with Chaleur Bay mussel growers, is designed to improve the understanding of the nature of the interactions between *C. mutica* and mussels and to develop means for controlling this "epidemic." After a floating larval stage, mussels develop into "spat," a juvenile stage during which they attach to floating surfaces such as seaweed or ropes to mature. The possible mechanisms by which *C. mutica* could harm the collection and growth of mussel spat include direct predation on mussel larvae or recently established spat, competition for space and food on and around the collectors, and interference with the feeding of young mussels. To date, the work has provided a better understanding of the biology of skeleton shrimp, but the results are inconclusive regarding the effects of *C. mutica* on mussel spat.



Specimens of male *Caprella mutica*

Devil's Lake: Concern about Cross Border Traffic in Freshwater Invasive Species

DFO researchers are currently conducting a fish pathogen and parasite survey under the direction of the International Joint Commission. In keeping with DFO's mandate under the *Fisheries Act*, the goal is to inform decision making in an intervention to an international dispute between the U.S. and Canada. At issue is the diversion of waters, as of June 2007, from the previously land-locked Devil's Lake into the Sheyenne River via an unfiltered outlet canal constructed by the State of North Dakota. The unfiltered diversion waters enter into the Red River Basin via the Sheyenne River, thus into the larger Hudson's Bay drainage basin, in apparent contravention of the *International Boundary Waters Treaty*. In Canada there is concern over the potential negative impacts to the freshwater environment, including the inflow of chemical contaminants and heavy metals, and aquatic invasive species, aquatic pathogens and parasites from the diverted waters of Devil's Lake.

For at least 10 centuries, Devil's Lake was cut off from the Red River Basin due to its elevation and water level. In recent years the water level of the North Dakota lake has risen over seven metres, and since the 1990s it has flooded annually. Although the U.S. Government committed to the building of a filtration system in a joint statement issued by both federal governments in 2005, the State of North Dakota put the flood water diversion system into operation without filtration.

Learn more in fact sheets published by the Government of Canada, at:
http://geo.international.gc.ca/can-am/washington/shared_env/devilslake-en.asp#factsheets

National Aquatic Animal Health Laboratories Take Action Against Great Lakes Fish Virus

A deadly fish virus in the Great Lakes is causing massive mortalities in numerous fish species and is rapidly increasing its distribution to other waterways. Viral haemorrhagic septicaemia virus, or VHS, was first detected in Lake Ontario in 2005 and has subsequently been found in all the Great Lakes with the exception of Lake Superior. Additionally, VHS has been identified in inland waters in New York, Wisconsin and Michigan.

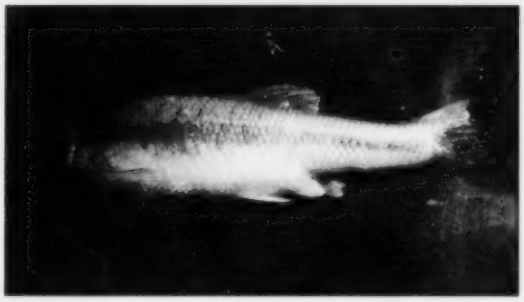
Exactly how and when this pathogen entered the lakes is uncertain, although genetic characterizations conducted by DFO scientists at the Pacific Biological Station (PBS) has provided evidence that the virus is most closely related to a strain found in the marine waters off the coast of New Brunswick and Nova Scotia, suggesting an introduction of virus from the East coast of North America. In addition to genetic studies, scientists at PBS are investigating improved viral detection methods as well as how long the virus is stable in various environmental conditions to better understand possible routes of viral transmission.

VHS poses no threat to humans but has serious potential to impact the commercial and recreational fisheries of the Great Lakes and other watersheds throughout North America. In an effort to control the spread of VHS, the Department of Fisheries and Oceans, along with the Canadian Food Inspection Agency under the National Aquatic Animal Health Program (NAAHP), is conducting a surveillance program to document the spatial distribution of the emerging pathogen and to gain insight into viral traffic patterns. The surveillance is being conducted in consultation with officials in the United States where a similar initiative is underway. This bilateral surveillance effort, which is defining VHS-infection status of aquaculture and wild freshwater fish populations in Canada and the U.S., will restore trading-partner confidence in live fish and fish product trade from regions determined free of the virus. For more information, see: **www.dfo-mpo.gc.ca/science/aquaculture/aah_e.htm#informatio** and **www.inspection.gc.ca/english/anima/aqua/virsep/virsepe.shtml**

Endocrine Disruptor Experiment Answers Critical Question about Impacts to Fish

Municipal sewage contains a mixture of chemicals, including traces of prescription drugs and hormones. Ethynylestradiol (EE2), the main component of birth control pills, is one of these compounds. While EE2 and other drugs are removed with high efficiency by sewage treatment plants, trace quantities may still be released to freshwater-receiving environments. Male fishes living in these downstream waters can have feminine characteristics. This feminization has been linked to the presence of low levels of EE2.

In a project originally headed by Dr. Karen Kidd, researchers at the DFO Experimental Lakes Area, including Drs. Paul Blanchfield, Ken Mills, Vince Palace and Mike Paterson, set out to answer the critical question as to whether these males with feminine characteristics affect the overall reproductive potential and sustainability of these populations.



Male fathead minnow with female ovipositor

Environmentally relevant concentrations of EE2 were added to Lake 260 at the Experimental Lakes Area from 2001 to 2003. The effects of the EE2 were studied in several species of fish that live in the lake. Biochemical changes were most evident in the minnow species, and the fathead minnow was impacted more than other species. Male fathead minnows quickly developed feminine characteristics and after two years there were very few normal males in the population. Because there were so few normal males, reproduction in this population dropped drastically and the species was almost eliminated from the lake where EE2 was added. Lake trout fatness and survival also decreased, probably because there were fewer minnows to eat.

This Canadian experiment was the first of its kind in the world and showed that low concentrations of contaminants that are discharged from sewage treatment facilities can cause decreases in fish populations. The evidence for this was strengthened when the fathead minnow population quickly recovered in Lake 260 upon terminating EE2 additions.

Potential Impacts of Pesticides on Fish

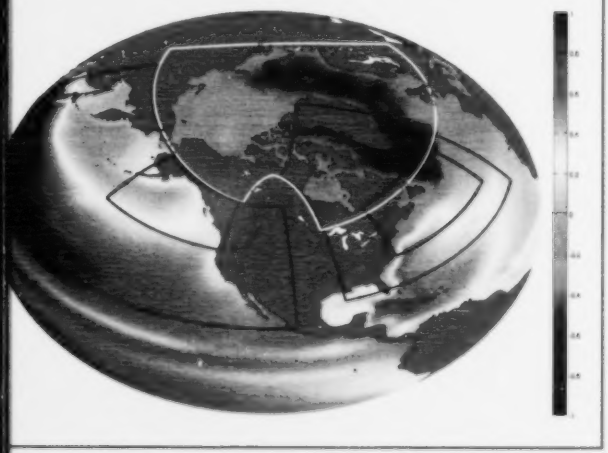
Applying pesticides to maximize crop yield is recognized as an important part of agricultural practice. In Canada, the use of these chemicals is regulated by the Pest Management Regulatory Agency (PMRA), a branch of Health Canada. In support of these regulations, the Department of Fisheries and Oceans established the Centre for Environmental Research on Pesticides (CERP) at the Freshwater Institute in Winnipeg. The scientists of CERP perform experiments in the laboratory and also study wild fish populations in areas where pesticides are applied to ensure that pesticide regulations are protecting fish and their habitat.

One of the model systems studied by CERP is Twenty Mile Creek, a Great Lakes tributary that originates near Hamilton and flows along the Niagara escarpment, eventually emptying into Lake Ontario near St. Catharines. As it flows, Twenty Mile Creek travels through several types of agricultural land where different types of pesticides are used. Corn, soybeans and wheat are dominant alongside the beginning of the creek, but below the escarpment fruit and vineyards predominate. CERP scientists have been studying reproduction and growth of wild fish and aquatic invertebrates at various locations in the creek, and collaborating with Environment Canada scientists who determine the actual concentrations of pesticides in the water at these locations.

The program emphasizes using and developing non-lethal indicators of effects, so in most cases the fish are evaluated and then released back into the creek. However, due to annual differences in temperature and precipitation — which can impact the rates of pesticide use and the growth and reproduction of fish and invertebrates — working in the field is challenging. Because of this, CERP also performs laboratory experiments that model field scenarios to better understand the links between exposure and potential effects. The results of all of these studies are reported to PMRA to ensure that fish and fish habitat are being protected.

Extreme Weather: Improving Forecasting with Computer Models

Extreme and unusual weather has a huge impact on coastal communities. This was demonstrated in April 2007 when late pack ice trapped more than 100 sealing vessels at sea off the coast of the island of Newfoundland, requiring a major Coast Guard rescue. Hundreds more crab fishing boats were locked in harbours as the ice prevented the industry from getting the fishing season underway.



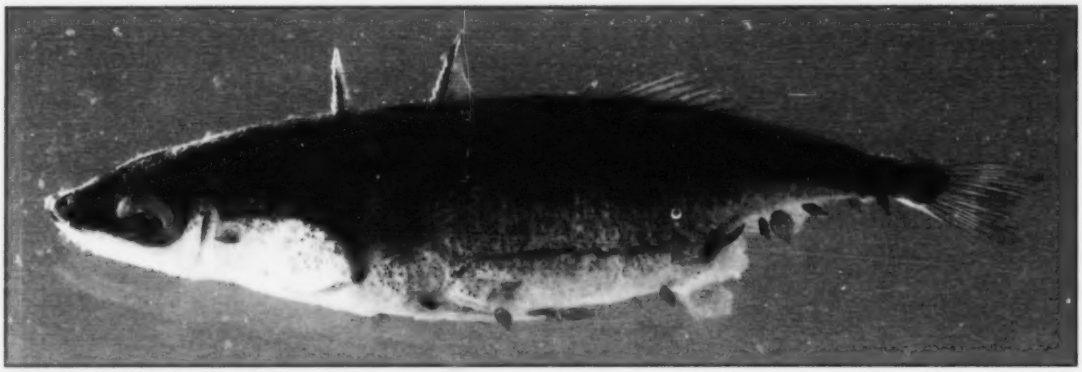
Outlines of model domains being used in COMDA, superimposed on predicted sea surface elevation

Amidst concerns about extreme weather and climate change in Canada, the Centre for Ocean Model Development and Application (COMDA) of DFO Science is actively collaborating with Environment Canada and other agencies in developing improved computer models for operational atmosphere, ice and ocean forecasting for Canada. In this initiative, referred to as CONCEPTS (Canadian Operational Network of Coupled Environmental Prediction Systems), the ocean prediction system used at the French Mercator Oceanography Centre is being imported and adapted to Canadian needs. COMDA scientists are evaluating the model on domains ranging from the global ocean to the ocean basins and regional seas surrounding Canada.

In conjunction with CONCEPTS, COMDA scientists are also developing computer models for the biogeochemical properties of marine ecosystems. For example, a project coordinated by zones was initiated in 2006 to couple a model for plankton and nutrients to ocean-ice models for Atlantic Canadian waters, for use in detecting, understanding and predicting ecosystem variability.

Sea Lice

Sea lice are found around the world, in every ocean and on many species of fish. They are naturally occurring parasites that are very common on all species of adult Pacific salmon in British Columbia. In recent years much attention has focused on the concern that sea lice that occur on salmon raised in commercial



Threespine stickleback with sea lice

aquaculture farms in open net cages may impact the survival of juvenile wild salmon species that migrate and rear in the same areas. Wild salmon can transfer sea lice to salmon farms and, if left untreated, farmed salmon can transfer sea lice back to the marine environment. Extensive research was initiated under the DFO Pink Salmon Action Plan to address this and other related concerns. In 2006 and 2007 DFO further expanded this research program by partnering with the BC Pacific Salmon Forum, university and independent researchers, and commercial salmon farm companies.

The results have shown that overall sea lice infection rates on wild juvenile salmon vary substantially between years, and also between locations within each year. For example, sea lice were significantly more abundant on both wild juvenile pink and chum salmon in 2004, compared to 2003, 2005, 2006, or 2007. The results indicate that sea lice levels have declined in recent years, and in 2007 were the lowest observed from 2003 to 2007, for both farmed salmon and wild juvenile salmon.

This research is also the first to document infection of threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) by the sea louse *Lepeophtheirus salmonis*. The sea lice infections observed every year were significantly greater on stickleback than on either juvenile pink or chum salmon. Salmon species and size, location, as well as seawater salinity were all found to be significant predictors of the number of sea lice on juvenile wild salmon. Ongoing DFO research is assessing the impact of sea lice infections on growth rates and mortality of juvenile wild salmon, and on the number of adult salmon that return to spawn in subsequent years. Learn more at: **www-sci.pac.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/sealice/default_e.htm**

Genomics and the Mystery of Late-run Fraser River Sockeye Salmon

Researchers in the Molecular Genetics Lab at the Pacific Biological Station in Nanaimo, British Columbia, are carrying out novel genomics research to unravel the physiological and environmental factors responsible for

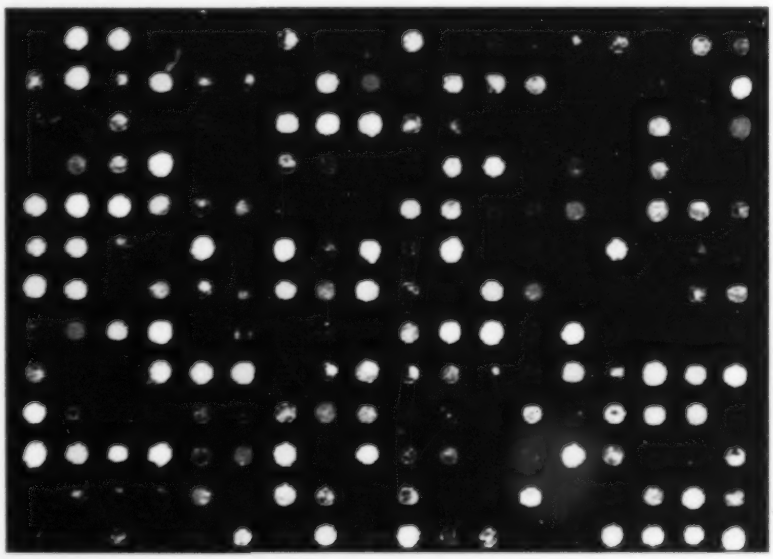
mysterious shifts in migration timing of adult sockeye salmon returning to spawn. Late-run sockeye salmon historically migrated up the Fraser River in September and October when temperatures in the river are low. Since 1995, these fish have been entering the river in August and migrating through the river during peak water temperatures that are 5 to 6 degrees higher than they are adapted to withstand. These earlier migrations have resulted in generally high levels of migration mortality; in 2001 mortality rates reached 95 percent. This has had a devastating effect on allowable catches and has created significant conservation issues.

Using a combination of two cutting-edge technologies — telemetry and genomics — Dr. Kristi Miller and her university (UBC and Carleton) and industry (LGL Ltd, and Kintama Research) collaborators have been unraveling the physiological and environmental triggers that cue salmon to enter the river. Furthermore, they have embarked on research to identify whether the physiological condition of the salmon entering the river is contributing to their high levels of mortality. To do this, they insert radio tags and collect non-destructive biopsy samples from salmon as they are migrating down the coast, and then

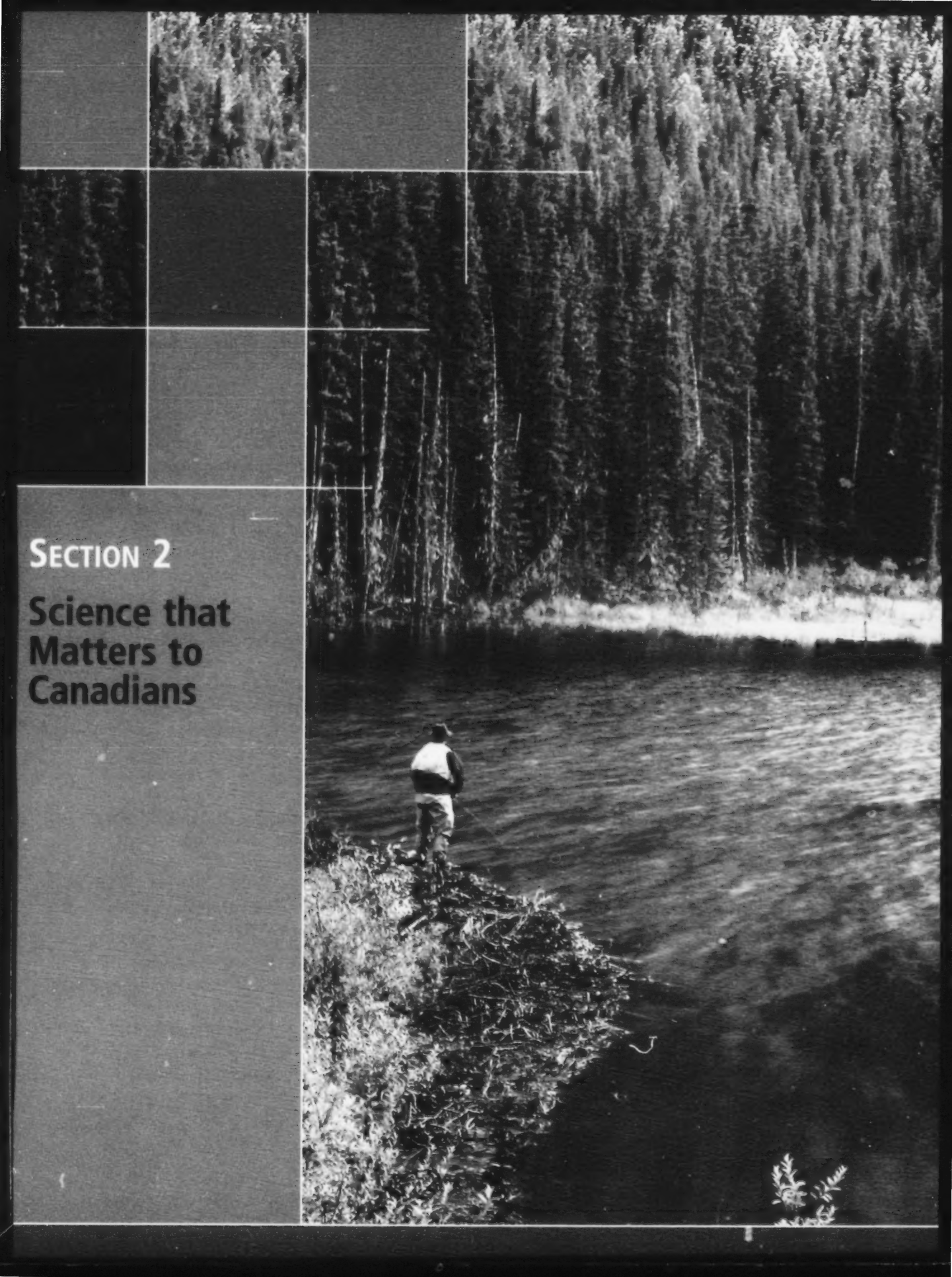
Salmon in full spawning colour

track the migration route of each salmon upon arrival to the river. The biopsy samples are used to assess genome-wide physiology through salmon microarrays — microscope slides each containing an incredible 16,000 genes spotted onto their surface — which assess which genes were turned on or off in fish based on entry-time or fate in the river.

The merging of these novel technologies has resulted in a detailed understanding of the physiological changes and constraints associated with spawning migration. Basically, the salmon have to reconfigure themselves at the molecular level for transition from the ocean back to freshwater conditions. The genomics research revealed strong and consistent shifts in the expression of genes associated with transitioning to fresh water in gill (important for osmotic preparation) and white muscle tissue (important for maintaining energy for swimming and reproductive loading), but found that neither osmoregulation nor energy transitioning could explain the altered entry timing. However, they found that the successful individual salmon who make it through the higher water temperature regions of the river all the way to their spawning grounds was highly correlated with the expression patterns in their gills. Moreover, the physiological link to survival in the river was present in the ocean, over 200 km from the river's mouth.



Microarrays, contrary to their name, are immense data sets, currently able to hold 16,000 gene transcripts for wild salmon. They were originally developed with human genes to classify sarcoma types in humans.



SECTION 2

Science that Matters to Canadians

DFO Science is moving to an ecosystem approach to science. A key driver to this approach is the knowledge that fishing and other human activities are having marked effects on the structure of aquatic ecosystems, and in particular, on the most productive ecosystems. The structure of these ecosystems developed over long periods of time, through complex interactions. Intergovernmental bodies concerned with aquatic science and management recognize that scientists must try to quantify the effects of human-driven changes in terms of the complex interactions in ecosystem functioning and to determine whether the effects are reversible, and if so, over what time scales.

In the publication *New Ecosystem Science Framework for an Integrated Approach to Management*, DFO Science outlines key concepts of ecosystem science and describes the development and adoption of better tools to monitor and study entire ecosystems. See it online at: **www.dfo-mpo.gc.ca/science/research/ecosystem_index_e.htm**

To address federal and departmental priorities and public good needs for the next five years, DFO Science developed a *Five-Year Research Agenda, 2007–2012*, which focuses on 10 essential research priorities and associated research priority areas. These priorities, which highlight basic and applied research needed for developing new knowledge and improving the use of existing knowledge, are strongly influenced by DFO Science's *New Ecosystem Science Framework in Support of Integrated Management*. See *Five-Year Research Agenda, 2007–2012* online at: **http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/research/research_agenda_e.htm**

A: TARGETED RESEARCH

The Cascading Effect of the Loss of Top Predators

The collapse of the Atlantic cod fishery and the implications of over-fishing are well known to most Canadians, but the big question remained: "If the cod fisheries have closed, why aren't cod stocks regenerating?"

To gain insight into that question and to understand what happened in the ecosystem of the Eastern Scotian Shelf, Dr. Ken Frank and colleagues at the Bedford Institute of Oceanography analyzed ecosystem data. They discovered that the loss of top predators such as cod, due to over fishing, and the impacts of climate change, have caused a cascading effect throughout the trophic levels of the food chain, influencing the lower levels and causing deep and possibly permanent changes to ocean ecosystems. While it cannot be stated definitively, the results of the study suggest that the ecosystem is operating in a new way, and that fishery closures may not succeed as a strategy for the cod stock's regeneration. The DFO report *State of the Eastern Scotian Shelf Ecosystem* created a wave of interest on the international scene and led Dr. Frank to publish an article about the work in the journal *Science*. See the report at: **www.dfo-mpo.gc.ca/csas/csas/status/2003/ESR2003_004_E.pdf**

Until recently, most biologists believed that the marine food chain was fixed in a bottom-up fashion, and that it was "primary production" of the smallest organisms — phytoplankton — that determines the operation of the system. If primary production were the main governing factor, it would be only a matter of time until the cod fishery bounced back. However, the cod fisheries were

closed over a decade ago and there has been no major recovery.

Researchers analyzed 64 different indicators of the ocean's ecosystem, such as sea surface temperature, salinity, contaminants, heavy-metal presence, wind patterns, plankton abundance, fish size and condition, and commercial catches, and linked changes across the ecosystem and at different trophic levels, going back to the 1970s. What they proved, for the first time in ocean waters, was a "top-down" cascade of changes driven by fishing and complicated by changing water temperatures.

The decimated cod stock ate fewer shrimp, small crab, herring, sand lance and the like, which became the dominant predators that ate more of the large zooplankton, which in turn declined (zooplankton includes cod eggs and larvae). This intensified predation works against cod recovery. The decrease in zooplankton eased predation on algal phytoplankton, which then increased. Phytoplankton now consumes more of the nitrates in seawater, which have fallen. In short, the changes from heavy commercial fishing cascaded right down to the level of primary production and nutrients.

People in Atlantic Canada's coastal fishing ports who have lived off cod for centuries are adapting, and today take larger than ever catches of valuable crab and shrimp. But Dr. Frank warns that is no guarantee of future abundance. He notes that intensive fishing down the food chain, at a lower trophic level, can be just as dangerous as depleting the top level.

The Eastern Scotian Shelf study also demonstrates why ecosystem-based management systems have been proposed to solve some of the problems inherent in conventional management. His study clearly shows that ecosystems are highly dynamic, and that exploitation is also a driver of change. The analysis points to the need to understand marine ecosystem functioning in order to replace marine exploitation with the sustainable use of marine resources.

DFO Science and University Researchers Collaborate to Study Ecosystem Change, Capelin and Seabirds

The northwest Atlantic is undergoing extensive ecosystem changes associated with both oceanographic conditions and over-fishing. Recent research suggests that seabirds have the potential to be quantitative indicators of the status of fish such as capelin (*Mallotus villosus*) — a key forage fish species in the northwest Atlantic ecosystem, and a primary prey for large predators including cod, seals, whales and seabirds.

School of capelin near Cape Freels, Newfoundland
This computer-generated image was created from sonar data collected in a CARIS spatial information management system.

DFO researchers Drs. John T. Anderson and Mariano Koen-Alonso, and university professors Drs. Bill Montevecchi, Gail Davoren and Brad de Young, led a collaborative research program with commercial fish harvesters to investigate mechanisms underlying changes to the biology and behaviour of capelin. The program utilized state-of-the-art multibeam technology operated by the Canadian Hydrographic Service, which provided a detailed benthic map of the marine habitat.

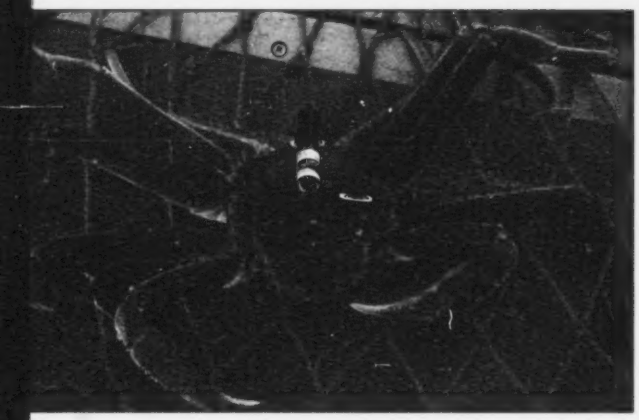
Although capelin typically spawn on beaches in waters off the coast of the island of Newfoundland, this research was spatially centered on Funk Island, home of many seabird colonies. The research identified and characterized 11 off-beach capelin spawning sites in nearby inshore waters. A comparison of beach and off-beach sites showed that capelin egg development strategies differed. Integrated results from hydroacoustics and biological sampling suggested that daily vertical movements of capelin and its zooplankton prey are correlated and vary with capelin size. These patterns influenced the daytime feeding schedules of seabirds.

Common murre with capelin
Photo: © Joel Heath

Meanwhile, observations of seabird distributions, surveys of capelin availability, and colony-based measures of seabird diets revealed that seabirds were selective foragers that expanded their foraging ranges when capelin were less available in certain years. Changes in the diets of seabirds, such as the common murre, can be linked to changes in the availability of capelin larger than 100 mm in size, suggesting that seabird diets have the potential to become a quantitative indicator of capelin status. Overall, this type of research framework is important for moving toward ecosystem approaches to fisheries.

Research Behind the Scenes of Snow Crab Stock Assessment

The snow crab fishery is an economically important one restricted to male crabs — but protecting females does not guarantee stock renewal. Overexploiting mature males could result in a lack of mating partners for mature females. The Moncton-based population biology team of Renée Allain and Candy Savoie has been monitoring mating and reproductive performance by observing the quantity of sperm reserves in the females' spermathecae, as well as the total number of fertilized eggs. This is a long and painstaking project requiring huge patience. However, it will develop a better understanding of the dynamics of the snow crab population and the stock condition. For an understanding of the snow crab, it is equal in importance to a biomass estimation by trawl survey.



Male snow crab with radio transmitter
Researchers have studied the tag-recapture of terminal molted commercial-sized crabs since the early 1990s. Although the snow crab is generally a sedentary species, they observed a dynamic seasonal movement in some areas. In one of these areas, cylindrical radio transmitters have been placed on adult male crabs while receivers were set directly on the ocean bottom to monitor the movement. Better understanding of seasonal movement helps in improving stock management process.

Snow crab larvae hatch in May in the southern Gulf of St. Lawrence. The planktonic phase lasts approximately 12 to 16 weeks. After the last larval molting (megalopae) it becomes a tiny snow crab and settles on the ocean bottom. The megalopae generally inhabit the area underneath the transition layer between the mixed layer of water at the surface and the deep water layer known as the thermocline. Based on recent study, the snow crab fisheries research team of Michel Biron and Christine Ferron hypothesized that the best larval settlement areas for snow crab may be on the hard-bottomed regions where the thermocline is close to the ocean floor. Their hypothesis is based on results obtained on the sediment type, larval abundance by stage and the abundance and distribution of post-larval crabs. Protecting favourable larval settlement sites may lead to better protection and management of the stock.

By-catch Survival and Conservation

Many commercial fisheries are unable to perfectly target for their desired or regulated species and sizes of fish, and incidentally capture undersized individuals as well as those from other species. The live release of these incidentally captured fish — commonly known as "by-catch" — is often used as a simple conservation measure. In Atlantic Canada, for example, undersized halibut and species at risk, such as spotted wolffish, are released. However, the practice is effective as a conservation measure only if the fish survive on release.

Biologists Hugues Benoit and Tom Hurlbut in DFO's Gulf Region are investigating the potential post-capture survival of fishes released during commercial fishing operation in order to establish effective conservation measures. They are using a combination of data collected by at-sea observers during a large number of actual commercial fishing trips and simulated fishing conditions using a vessel with live-fish holding facilities. Determining survival under conditions relevant to commercial fishing operations is not straightforward and therefore, to date, has been done for a limited number of species and to varying degrees of accuracy.

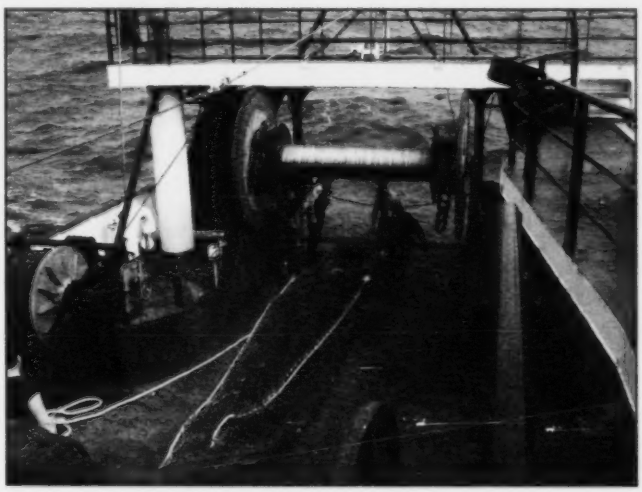
Factors affecting the likelihood of survival of by-catch include: environmental ones, such as water and air temperatures; those related to the fishing operations themselves, such as the gear used and how long fish remain out of water; plus differences in resilience between species. The study results will allow researchers to better determine the conditions under which post-capture release is a viable option

and those where avoiding the by-catch is the only conservation option toward minimizing fishing-induced mortality.

Research Mission in the Sargasso Sea

In March and April 2007, DFO researcher Martin Castonguay of the Maurice Lamontagne Institute participated in an international mission in the Sargasso Sea on the breeding biology of eels. Spearheaded by Denmark, the mission brought together scientists from five countries. It involved two vessels, a Danish oceanographic vessel, and a Canadian commercial trawler on which Martin Castonguay, mission head, was aboard. DFO provided a financial contribution in the form of a grant under the International Governance Agenda.

The mission achieved its main objective: to collect eel larvae samples in order to shed light on fundamental questions relating to the population genetics of the American eel and European eel. However, due to a variety of technical difficulties, researchers were unable to achieve the objective of capturing adults on the spawning site. A workshop was held in August 2007 in Copenhagen to discuss the focus of the scientific articles that will result from the research program.



On board a Canadian trawler, researchers seek elusive adult American eels in the Sargasso Sea.

Integrated Multi-Trophic Aquaculture in the Bay of Fundy: Continuing to Evolve

Developing new techniques for the evolution of aquaculture-based seafood is the goal of the Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) program at the St. Andrews Biological Station and the University of New Brunswick in Saint John.

Under the leadership of Drs. Shawn Robinson (DFO) and Thierry Chopin (UNBSJ), the program promotes the practice of recycling waste by-products from one species to become inputs, such as fertilizers and food, for another. In this way, the entire operation becomes more socially acceptable, economically profitable and environmentally benign. The concept of a balanced system combines fed fish species, such as salmon, with natural biofilters like mussels and seaweeds on a single farm site, so that fewer of the nutrients originating from the high-energy fish food are wasted. The seaweed extracts inorganic byproducts like nitrogen and phosphorous out of the water, and the mussels thrive in an environment enriched with concentrations of food and waste particles. The research has been

ongoing in the Bay of Fundy with the salmon industry for six years.

Seaweed such as kelp, and shellfish such as mussels are key components of the project, as are equipment development and harvesting techniques. Economics and marketing — keys to the industrial success of the project — are being directed by Dr. Neil Ridler (UNBSJ) in close collaboration with Cooke Aquaculture. Water flow dynamics through the IMTA sites are being studied by Dr. Fred Page of DFO, while the general health of the sites is being monitored by Dr. Les Burridge, also of DFO. Gregor Reid, a postdoctoral researcher on the project, has developed computer models to evaluate the amount of nutrient recovery from the IMTA system.

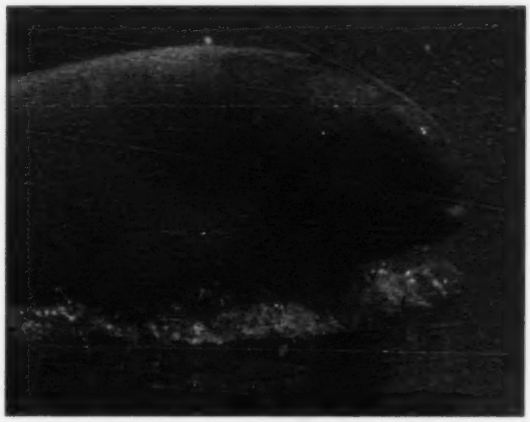
It would appear that by adding kelp to the sites, it is possible to recapture up to 40 percent of the nutrients available during its growing season, while mussels can recapture up to 50 percent of the fine particulates released from the salmon cages. This extra food and energy these species receive results in growth rates about 50 percent faster than normal. Additional species are also being investigated.

In the next five years, the program will be supported by the Atlantic Innovation Fund of the Atlantic Canada Opportunities Agency, along with industrial partners Cooke Aquaculture Inc. and Acadian Seaplants Limited, and governmental partners Environment Canada (EC), the Canadian Food Inspection Agency (CFIA), and the New Brunswick Department of Agriculture and Aquaculture (NBDAA). The team is working to promote and advance the IMTA concept across Canada and beyond with research partners such as the Pacific SEA-Lab Research Society.

Dr. Thierry Chopin harvesting kelp from one of the seaweed long-lines at an IMTA site with IMTA industrial partners Acadian Seaplants Limited

Atomic Bomb Radiocarbon Shows Beluga Whales Live Twice as Long as Previously Believed

In disproving the old assumption that beluga had semi-annual growth layers in teeth, a DFO research team, led by Dr. Rob Stewart of the Freshwater Institute, proved that the whales live twice as long as previously believed — altering our understanding of beluga population dynamics. The researchers validated the ages of beluga based on date-specific incorporation of atomic bomb radiocarbon into tooth growth layer groups (GLGs). The research confirmed that GLGs form annually in beluga and provide an accurate indicator of age up to at least 60 years old. Radiocarbon assays of dentinal layers formed in belugas harvested between 1895 and 2001 indicated that radiocarbon from atmospheric testing of nuclear weapons was incorporated into growing teeth and retained for the rest of the animal's life.



Dr. Rob Stewart's research revealed beluga whales live twice as long as previously believed.

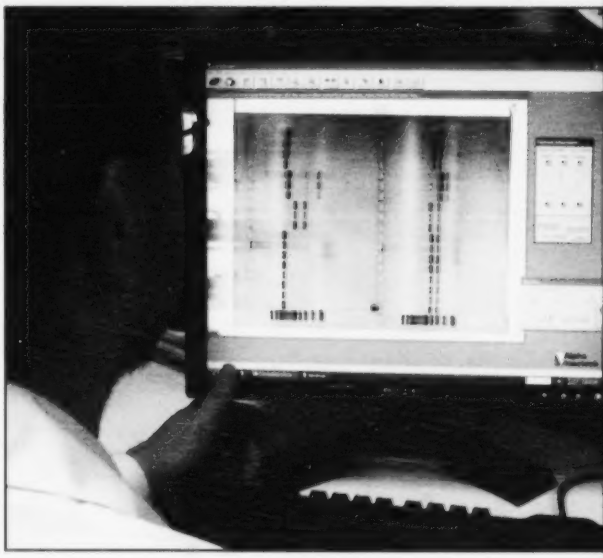
The team included Steve Campana, Cynthia Jones and Barbara Stewart. Learn more in the December 2006 issue of the *Canadian Journal of Zoology* at: **http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/cgi-bin/rp/rp2_tocs_e?cjz_cjz12-06_84**

Aquatic Biotechnology Research and Development Program

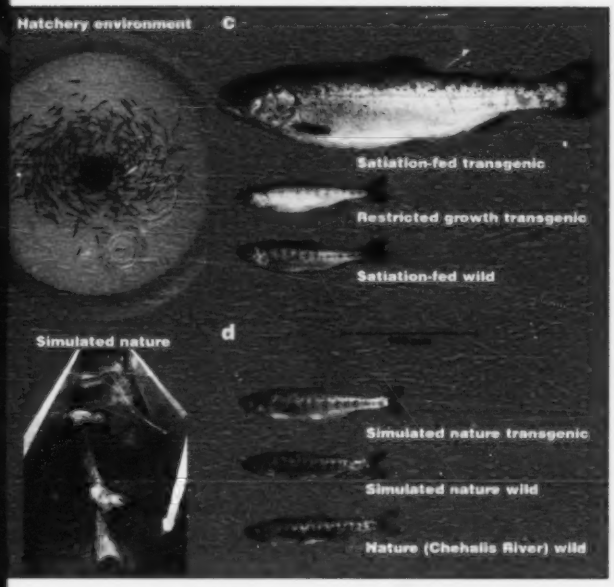
Fisheries and Oceans Canada is linking innovative biotechnology and genomics science with higher-level policy making and on-the-ground fishery and aquatic ecosystem management decisions through its Aquatic Biotechnology R&D Program. There are four research themes in the DFO Aquatic Biotechnology & Genomics R&D Strategy: Biotechnology and Aquatic Resource Profiling, Biotechnology and Aquatic Animal Health, Biotechnology and Aquatic Ecosystem Health, and Regulatory Science for Aquatic Animals with Novel Traits. Read more about the strategy online at: **www.dfo-mpo.gc.ca/biotech/docs/abgrds_e.htm**

A prominent example of research conducted under the theme of Regulatory Science for Aquatic Animals with Novel Traits is the recently published study looking at the interaction between the genetic make-up of fish and the environment in which the fish were raised. DFO has conducted research to investigate questions about genetically engineered (GE) fish from a regulatory point of view, and this continuing research is taking place in closed, biocontained facilities.

DFO researcher Dr. Robert Devlin and his team, Drs. Fred Sundström, Mare Lõhmus and Wendy Tymchuk, compared the effect of rearing GE and non-GE salmon in contained semi-naturalized streams and under hatchery conditions. The GE salmon showed decreased growth in the semi-naturalized streams when compared with those raised in hatchery conditions, while wild-type fish were much less affected by the rearing environment.



Digital DNA Gel



Size of GE hatchery vs. semi-naturalized, and wild counterparts

Research showed that GE salmon from hatchery environments, when put into contained semi-naturalized streams, have a greater impact on prey than non-GE salmon. However, it was also found that the rearing environment can have a strong effect on predatory behaviour: genetically engineered fish reared in semi-naturalized streams were not only smaller, but were also not as predatory as hatchery-reared GE fish of the same size or age.

Dr. Devlin and his team also looked at the predation behaviour of GE-fish that were reared in hatchery conditions but not fed unlimited amounts of food. These fish were fed a restricted ration (that is, an amount of food that was the same as that desired by wild-type hatchery-raised salmon) and didn't grow as large as the GE-salmon that had unlimited food. Surprisingly, when these fish were examined for their predation behaviour in the semi-naturalized stream, the restricted-diet GE fish consumed more prey than either the wild-type or the unrestricted-diet GE-salmon. When this result is compared to the reduced predation that was seen in the GE-salmon reared in the semi-naturalized streams, it is clear that predatory effects are not just determined by the size of the fish or that the fish is transgenic — it is likely a combination of how the fish were reared and their genetic make-up.

The results from this study demonstrate that the rearing environment can dramatically change how fish behave in that environment as well as how fish grow and develop. This "uncertainty" can lead to either an underestimate or an overestimate of risk. This research is particularly important to regulators as it suggests that results from experiments using GE fish reared or studied under hatchery conditions may not be applicable to how a given fish type may behave or grow in the wild. An English-language article describing this topic more fully is found online in the journal for the Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS) at: **www.pnas.org/cgi/content/abstract/104/10/3889**

Marine Studies of Pacific Salmon

Canada maintains two research programs on factors that regulate the early marine survival of Pacific salmon. These studies are essential for separating the effects of fishing and freshwater habitat change on salmon production from natural variations in ocean-carrying capacity. Furthermore, Canada's

Salmonid Enhancement Program (SEP) annually releases over 300 million Pacific salmon in coastal waters. Understanding how SEP-produced salmon interact with the wild Pacific salmon and affect the ocean-carrying capacity for Pacific salmon are important questions for effective conservation and provision of sustainable fisheries.

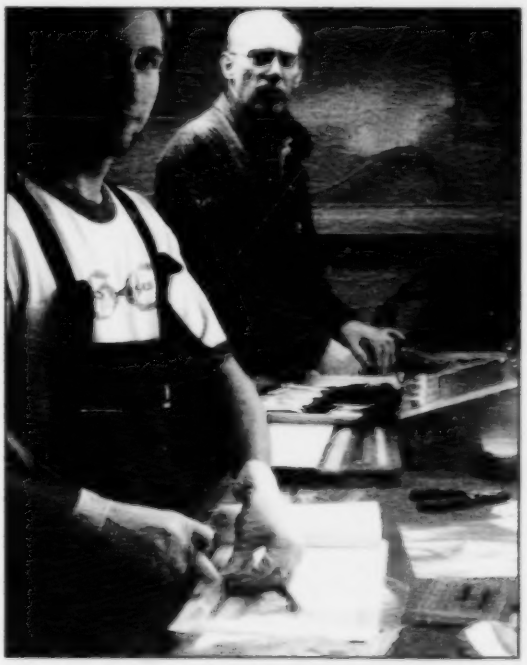
Strait of Georgia Study

Juvenile salmon surveys have been conducted in the Strait of Georgia during July and August for the past 10 years. Information collected during these surveys includes fish length, distribution and diet of juvenile Pacific salmon and other non-salmonid species, and information on the early marine survival of juvenile salmon in the region. This information is being used to assess the impact of changes in the ocean climate on Pacific salmon. Recent research has been focused on understanding the decreasing marine survival of coho salmon in the Strait of Georgia.

The percentage of Canadian hatchery coho salmon in the Strait of Georgia increased from almost zero in the early 1970s to an average of 70 percent in the late 1990s, but between 2000 and 2006 the percentage declined to only 30 percent. The recent decline may result from several factors: an overall reduction in the number of hatchery coho released to the Strait during the year, and the continued release of hatchery coho during May, which unfortunately coincided with an earlier-than-usual May "spring bloom" of prey production in the Strait of Georgia. Adding to the story, there has been a recent increase in abundance of wild coho salmon in the Strait that has not yet been explained. Research has shown that hatchery and wild coho salmon differ in their response to early marine conditions, but more adequate explanations are needed. Those explanations are among the objectives of a new initiative studying the broader ecosystem in the Strait of Georgia.

High Seas Pacific Salmon Program

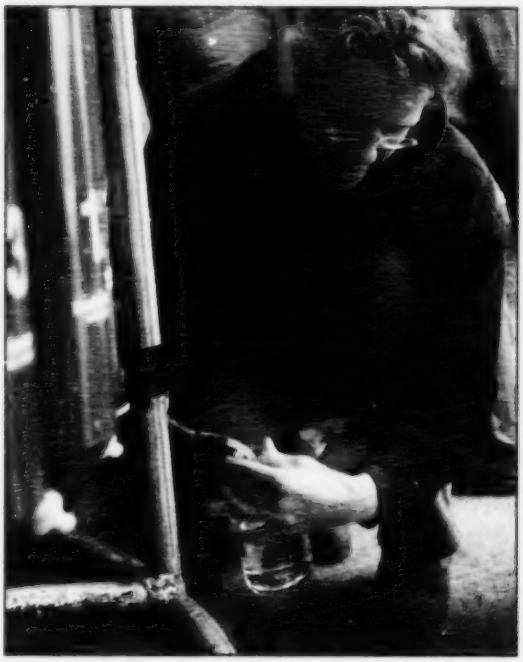
Under this program, DFO has been collecting oceanographic data, juvenile salmon and associated species along the West coast of British Columbia and Alaska since 1998 to assess the effects of ocean conditions and climate change on the distribution, migration, growth rate and survival of Pacific salmon. These surveys are normally conducted during



Salmon researchers Tyler Zubkowski and John Morris process a juvenile salmon sample in a lab while at sea. Once identified by species, the fish are weighed and measured, then frozen until they can be analyzed further at the Pacific Biological Station.

spring/summer, fall and winter over two- to four-week periods. One of the more unexpected findings has been the link between salmon growth and the quality of the food they prey upon. Even small changes in prey quality have been seen to have a large effect on the growth trajectory and ultimate survival of juvenile coho salmon.

The program also has strong international linkages. Salmon and ocean systems do not respect political boundaries. The High Seas team collaborates with similar research programs in the United States to develop an integrated picture of salmon behaviour and the conditions that affect their survival. Their research is also relevant to the work of the North Pacific Anadromous Fish Commission, which brings together scientists from Japan, Russia, the United States, Korea and Canada to share resources and results related to fisheries research.



Arctic waters are sampled aboard *CCGS Louis S. St-Laurent* by physical oceanographer Sarah Zimmermann.
Photo: © Paul Galipeau

B: MONITORING

National Aquatic Monitoring in Canada: Report of the Implementation Team

In 2006 the DFO Science Monitoring Implementation Team published *Aquatic Monitoring in Canada*. This report was the result of a major review of aquatic monitoring programs in order to identify new requirements, areas needing improvement and potential savings. The report can be viewed on the Canadian Science Advisory website at: **http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/Csas/Proceedings/2006/PRO2006_003_E.pdf**

Monitoring provides the underpinning for all scientific advice provided by the department. About two-thirds of the $56 million spent by DFO on aquatic monitoring is invested in activities that support sustainable fisheries and aquaculture. The remaining one-third is invested in monitoring to maintain healthy and productive aquatic ecosystems. Partners spend an additional $30 million on monitoring, mainly of fish stocks on the Pacific coast.

The area requiring the most improvement is monitoring in the Arctic and Canada's large boreal region. There are few systematic monitoring programs of ecosystem health, particularly in near-shore, coastal areas. Fish habitat, invasive species, food webs, species at risk, integrated management initiatives,

marine protected areas and any effects of cumulative anthropogenic impacts are not well monitored. Almost all of our marine observations are made from ships, yet the number of available sea days has declined by half and the costs have doubled over the past two decades.

Improvements could also be made with information access and integration. The team remarked that the public lacks information on the importance of aquatic monitoring that would provide data on climate warming, loss of biodiversity and invasive species. Currently aquatic monitoring comprises a collection of regional initiatives. Taken together, these initiatives provide the basis for the implementation of a national monitoring program.

New requirements and areas in need of improvement identified by the team include:

- New technologies, such as automated drogues for collecting physical and chemical properties of the sea, could be used to reduce the demand and cost of vessels. The Government of Canada fleet could conduct more monitoring if equipped with appropriate data-gathering instruments.
- Partnerships could be expanded. Monitoring, however, is a long-term investment and the role of charities, academics and governments needs to be clear. Fisheries sampling is one potential area for more partnerships.
- Protocols for data acquisition, archiving and access are being improved.
- A standardized nation-wide reporting of aquatic ecosystems is being considered as well as ecosystem report cards that would help to identify ways to improve monitoring and the state of our knowledge.
- A clear commitment toward a national monitoring program is being developed to protect future investment in this area.
- Monitoring requires a higher profile among the science-based federal departments. Lately, there has been emphasis on innovation, excellence, creativity and new technologies, but it could be argued that these themes fall more into the domain of universities, whereas knowledge of the state of Canada's environment would be more the responsibility of federal science and technology departments. A visible aquatic monitoring program would be a key factor toward meeting this objective.

The team recommended the creation of a well-defined and integrated national aquatic monitoring program and noted that a useful model is the Atlantic Zone Monitoring Program and its link to the national, Marine Environmental Data Services.

A Model Monitoring Program

The Atlantic Zone Monitoring Program (AZMP) was implemented by DFO in five Atlantic provinces in 1998, with the aim of describing and understanding oceanic variability in the Atlantic zone. AZMP comprises: seasonal sampling of physical (temperature, salinity), chemical (nitrate, nitrite, phosphate, silicate,

oxygen) and biological (fluorescence, chlorophyll a) variables along 13 sections; higher-frequency sampling of the same variables at six fixed stations; single samples of the same variables from more than 1,000 locations in multi-species trawl surveys; remote-sensing of sea-surface temperature, ocean colour and primary productivity and data from continuous plankton recorder lines (Scotian Shelf and Western Atlantic); sea-level at nine locations; the long-term near-shore temperature monitoring network; harmful algae monitoring; and meteorological data from Environment Canada. All data are validated, archived and accessible to the public at the AZMP website: **http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/zmp/main_zmp_e.html**

Monitoring in Northern Canada

For decades scientists have collected valuable data on specific Arctic locations through DFO's Arctic research programs. In 2006–2007 DFO Science made strong progress in establishing a broader, sustained Arctic aquatic monitoring program modeled on DFO's Atlantic Zone Monitoring Program. In the offshore domain, DFO participates in a variety of programs to monitor factors such as ice thickness, oceanographic conditions and other climate indicators.

A unique co-management arrangement in the Canadian Arctic under Land Claims agreements has resulted in community-based resource sampling programs. Local residents, including youth and elders, participate in basic collections to address objectives common to local populations and resource managers and the broader scientific community. This is a consistent and cost-effective program for collecting basic variables over time, including marine mammal tissue samples from local harvests, basic biological parameters from subsistence fishing, and basic observations of change to the aquatic freshwater and marine ecosystems where they live.

Marine mammal surveys and community-based observation and tissue collections in key locations of the eastern and western Arctic underpin research on aquatic resource management. The programs are an important element in detecting changes in the ecosystem and guiding research projects specific to the needs of the local resource users. Community sampling programs also take place in the inshore lakes and rivers of importance to local fisheries and in areas of high resource development. All programs are being enhanced through strengthened relationships and understanding of common objectives under climate change scenarios and the rapidly changing environments in the Arctic.

The Many Benefits of Ocean Modeling and Ecosystem Applications

Dr. Guoqi Han leads a team of experts who are modeling ocean currents. To complement the DFO Atlantic Zone Monitoring Program, to explore implications of ocean circulation and hydrography for biology and fisheries, and to benefit offshore hydrocarbon exploration activities, he and his team of scientists developed a suite of state-of-the-art ocean models for circulation and dispersion off Newfoundland and Labrador. For the first

time, the model solutions provided high-resolution, monthly mean, observationally based and dynamically consistent ocean currents, temperature, salinity and turbulence fields for the Newfoundland and Labrador Shelf and Slope. They were extensively validated against historical current metre data, vessel-mounted Acoustic Doppler Current Profiler data and satellite-tracked drift data.

Dr. Han's work exemplifies the ecosystem approach and has many management benefits. The study significantly advances the knowledge of the seasonal and interannual variability of the Labrador Current, its cross- and along-shelf changes, and its forcing mechanism. The model current fields were used in the design of the offshore drilling, in the assessment of marine renewable resources and in a geographic information system for fisheries. The circulation and hydrography can influence and at times control the biological and fishery productivity. The model current fields also helped to quantify characteristic time scales of biological importance for the Flemish Cap ecosystem.

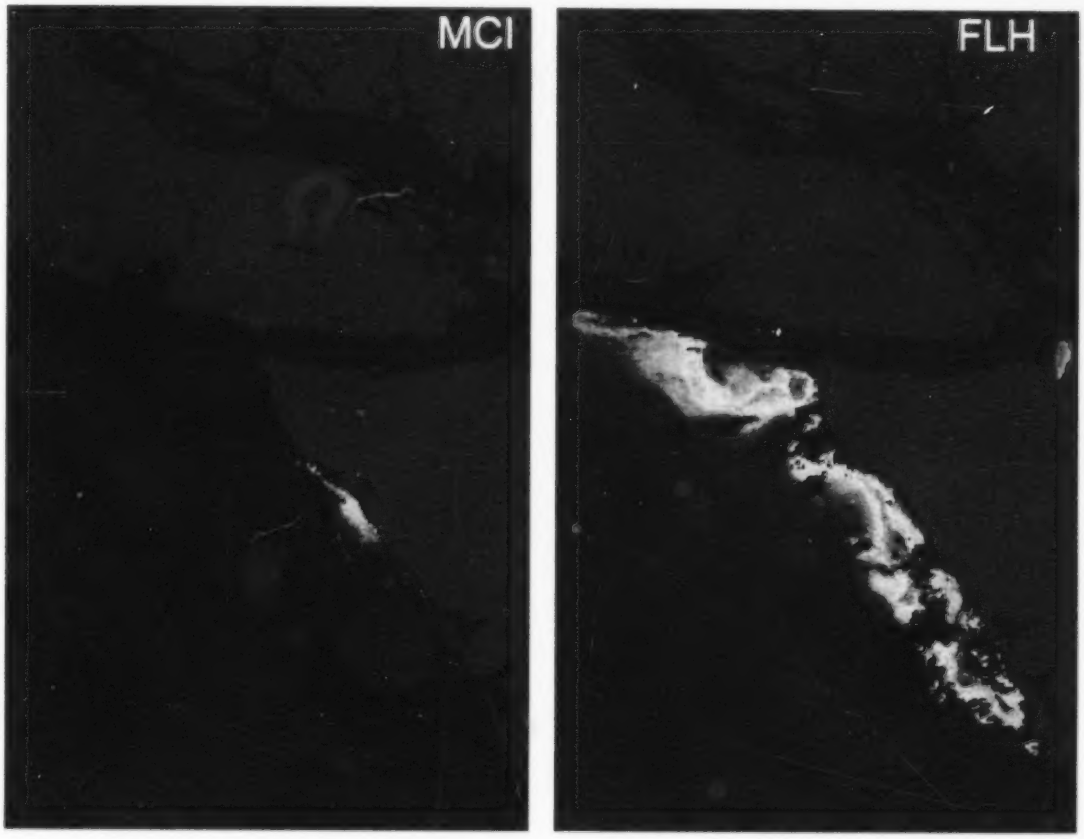
Alternative ballast water exchange zones off the coast of the island of Newfoundland were assessed and recommended based on model circulation and turbulence solutions. Model simulations were conducted to clarify cross-shelf exchanges of zooplankton after over-wintering over the Labrador Slope. The model circulation fields were helpful to explain white hake recruitment and abundance over the Grand Bank and the spread of snow crab disease over the northeastern Newfoundland Shelf.

Monitoring Canada's Waters from Space

Through the Canadian Space Agency, DFO researchers have access to data from the Medium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS) aboard the European satellite Envisat. A project led by Dr. Jim Gower of the Institute of Ocean Sciences uses MERIS to detect plankton blooms in western Canadian coastal waters and to distinguish between species groups (coccolithophores, diatoms, blue-green algae, etc.). The MERIS data are used to image both offshore waters and the narrow coastal inlets where fish-farms are located. Damage to the aquaculture industry from harmful blooms, or "red tides," is assessed at several million dollars per year.

By chance, the optical radiance data research also identified extensive lines of floating Sargassum seaweed in the western Gulf of Mexico. This was the first time that Sargassum had ever been detected by satellite, in spite of frequent reports since the time of Columbus and earlier that it covered large areas of the Atlantic Ocean in the Sargasso Sea. The research also led to detection of ice in Antarctica that appears to be coloured by significant concentrations of algae, forming a type of bloom referred to by observers in the 1970s as "superblooms" because of a high density of phytoplankton.

The greater significance of the bloom detections, Sargassum observations and algae in ice is that the work by Jim Gower and his colleagues adds new tools for monitoring the primary productivity of the ocean — a factor in climate change prediction. Marine primary production is the process by which floating vegetation, such as phytoplankton and



Massive algal blooms in coastal regions may be harmful or toxic to humans and marine life. Identifying harmful algal blooms (HABS), known as "red tides," using remote sensing technology devoted to decoding satellite ocean colour data, was difficult because coastal waters, in particular, feature high concentrations of organic and inorganic materials. Substances in the ocean, both organic and inorganic, create fluorescence – they release light of one wavelength when exposed to light of another wavelength. The benefit of fluorescence imaging using the Medium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS) is that scientists can use finely tuned light bandwidths to gauge the maximum chlorophyll unit per area (MCI – left image) and ascertain the intensity of chlorophyll fluorescence (FLH – right image).

This pair of images shows that MERIS saw a dense red tide surface bloom of harmful algae off the West coast of North America in June 2007. It was more extensive than any seen before. This massive algae bloom occurred among a bright green bloom that was identified by other ocean colour sensors as due to *coccolithophores* – one-celled organisms that are not usually harmful. The exciting part is that for the first time, MERIS enables scientists to see the red tide from space!

seaweed, absorb atmospheric carbon dioxide through photosynthesis and convert it into organic carbon. By absorbing half of the carbon dioxide emitted into the atmosphere, the oceans have a profound influence on climate, making them major areas of interest for climate modelers. On a more technical level, the work confirms the importance of the 709 nm band of MERIS, a band that is not included in other similar present or planned satellite instruments.

MERIS and the Red Tide Investigation

MERIS data are also being used in southwestern New Brunswick where personnel from the Ocean Sciences (OSD) and Ecological Research Divisions (ERD) at the Bedford Institute of Oceanography (BIO), and the St. Andrews Biological Station (SABS), are collaborating in the use of remote sensing for studying toxic algal blooms.

The Bay of Fundy has a long history of red tide, but predicting its onset and duration has not been possible. With access to the MERIS data researchers hope to develop the first species-specific remote sensing algorithm for *Alexandrium*, the phytoplankton responsible for red tide. MERIS data are enabling the researchers to associate multi-spectral satellite images with measurements of cell numbers, water column optical properties and particle size distributions during this year's *Alexandrium* bloom. As red tide occurs in coastal waters, a complicating factor for developing remote sensing algorithms is the presence of sediment in the water, since its amount and size distribution affect remote sensing reflectance.

Over the course of the bloom, measurements of water column properties are being made by Gary Bugden of OSD and Ed Horne and Brent Law of ERD. An in-situ laser particle size analyzer (LISST) is being deployed with a digital floc camera to give complete size spectra for suspended particles. At the same time, measurements of the optical properties and plant pigments are being made, and cell counts determined, by Jennifer Martin of SABS. This experiment marks one of the first times that the size spectra and other details of the suspended particulate matter were measured at the same time as plant pigments and cell numbers. It is hoped that these complementary measurements will aid the development of a species-specific algorithm, something which has — up to now — proven elusive.

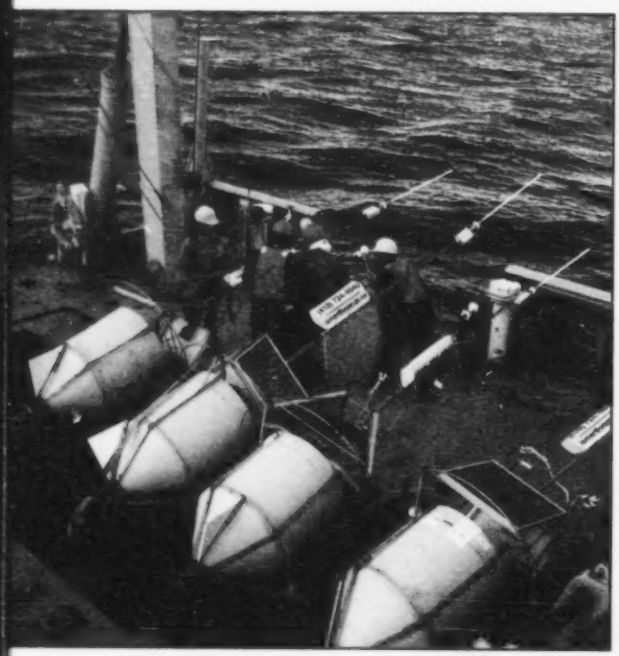
Long-term Monitoring Shows Dramatic Shifts in the Composition of the Southern Gulf of St. Lawrence Ecosystem

Since 1971, a standardized multi-species bottom trawl survey has tracked the abundance of the main groundfish resources in the southern Gulf of St. Lawrence. This long-term dataset has become an invaluable tool for monitoring changes over time in species abundance and composition, and thus the overall health of the southern Gulf ecosystem.

Species composition has been in steady flux over the 36-year time series. The abundance of large demersal fishes has declined and has been at a low level since the early 1990s. In contrast, the abundance of small-bodied forage fishes and many unfished macroinvertebrates increased to high levels in the 1990s. Changing biogeographic composition of the fish community suggests an effect of climate variation on species composition. For example, increases in the abundance of Arctic species in the mid- to late-1990s likely reflect the cold bottom waters occurring during the 1990s. However, direct and indirect effects of fishing also appear to be a major cause of these changes in species composition. The availability of such a wealth of data is a boon to researchers past and present, and will continue to be used in innovative ways by DFO Science.

Development of a Satellite Buoy Network for Real-time Acoustic Localization of Whales in the St. Lawrence

An integrated system of intelligent acoustic buoys has been developed to detect, identify and localize whales in real-time in their environment, and to communicate this information to land-based stations or ships via satellite, Internet and radio frequency (RF) communications. This low-cost portable buoy network can be used as a marine mammal observatory to gather continuous space-time series of vocalizing animals over large basins, or as early warning systems for improving whale protection on navigation routes or around moving or fixed platforms during threatening high-level acoustic activity. The buoy system is easily adapted to various tasks and is designed to accommodate future developments. It can be deployed as a drifting network, or anchored to the bottom or the ice sheet. The first sea trials were in August 2006 in the St. Lawrence. There is more information (French language only) at: **http://wer.uqar.qc.ca/uqar-info/010407/bouees_ysimard.asp**



Acoustic buoys ready for deployment to detect marine mammals in the St. Lawrence

Aquatic Invasive Species in the Great Lakes

Monitoring activities directed toward aquatic invasive species (AIS) in the Great Lakes were carried out in 2006 in the St. Marys River (Lake Huron) and Hamilton Harbour (Lake Ontario). The surveys were planned at Great Lakes' Areas of Concern to complement ongoing studies of fish (electrofishing) and invertebrates to support DFO's commitment to the international Great Lakes Water Quality Agreement. Great Lakes Areas of Concern (AOCs) are defined by the Canada-U.S. Great Lakes Water Quality Agreement as "geographic areas that fail to meet the general or specific objectives of the agreement where such failure has caused or is likely to cause impairment of beneficial use of the area's ability to support aquatic life." The two federal governments identified 43 such areas: 26 in U.S. waters, and 17 in Canadian waters (five are shared between U.S. and Canada on connecting river systems). Two of the 43 sites have been delisted.

As part of the AIS project, led by DFO Science staff Christine Brousseau, Tom Pratt and Lisa O'Connor, multiple fishing gear types were evaluated and compared to electrofishing for their efficacy in detecting new species in coastal waters of the Great Lakes. Results

indicated that a multi-gear survey protocol is needed because of the diversity of habitats being surveyed (near-shore coastal, harbours, rivers and interconnecting channels). In the St. Marys River, five invasive species were caught. Found in Hamilton Harbour were eight invasive species, including: rudd (*Scardinius erythrophthalmus*); bigmouth buffalo (*Ictiobus cyprinellus*), a species at risk; and two previously unrecorded fishes. DFO Science staff working with Mohi Munawar also monitored Hamilton Harbour lower trophic levels (plankton and benthos) and samples are currently being processed. These results will be used to design and implement an AIS monitoring program in 2007 and beyond.

Groundfish Monitoring and Assessment in British Columbia

Fishing surveys targeting groundfish species on the British Columbia coast have been widely attempted over time, with approximately 680 undertaken by DFO in the Pacific Region over the last 60 years. Early surveys during the 1940s and 1950s were largely exploratory and focused on discovering new fishing grounds. During the 1980s and 1990s, surveys primarily evaluated the effects of commercial fisheries on the abundance of single groundfish species. These latter surveys were funded exclusively by the federal government.

The groundfish trawl fishery on the Pacific coast is a multi-species fishery with over 200 species caught, but only about 20 species stocks have been assessed to date. To meet the more complex demands on assessment, and to increase efficiency where resources were limited, it became necessary to find a new approach. In 2003, scientists at the Pacific

Multi-species surveys provide important data for ecosystem science. Seen here are DFO staff sampling and entering data for a 2006 multi-species survey in the Gulf of St. Lawrence.

Biological Station developed a coast-wide plan for multi-species surveys that encompasses every area on the Pacific coast, with each area surveyed every two years. Major funding for this work was provided jointly by the commercial fishing industry, DFO and

stakeholders who helped design the surveys as well as participate in them. The surveys are designed to meet the requirements for fisheries management, to address recommendations of the recent Stock Assessment Review, to provide support for legislation contained in the *Species at Risk Act*, and to facilitate an ecosystem approach to stock assessment.

A report written in 2006 (Stanley et al. 2007) evaluated the results, costs and expectations of the surveys. A survey simulator was used to examine the accuracy of the surveys for tracking fish populations over time and to explore cost-effectiveness of the current survey design. Data analysis results for about 40 species indicated that the surveys provided adequate to excellent tracking for most, and that the current configuration and frequency of the surveys were the most cost-effective. Survey design will be re-examined prior to the 2009 surveys when additional data are available. See a review of the Queen Charlotte Sound Groundfish Bottom Trawl Survey (2003–2005) in Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2709: viii + 59 p.

Developing New Technologies for Visual Surveys for Rockfishes

Observation and assessment of many demersal rockfish species on Canada's Pacific coast present some unique challenges to DFO Science researchers, particularly with hard bottom surveys in the mid to deep (20 to 200 metre) range. Traditional acoustic methods and survey techniques are not effective sampling tools for studying fish living on or near rough steep terrain. Survey tools of choice for biologists include manned submersibles and remotely operated vehicles (ROVs) equipped with underwater cameras. Visual data can provide information on abundance, species interaction, and behaviour of fishes; however, observations are limited to a few metres — or they could be misleading because fish have avoided the approaching vehicle.

B.C. Rockfish captured by ROV camera

The Applied Technology Section at the Pacific Biological Station (PBS) proposed linking the proven technology of the **D**ual-frequency **ID**entification **SON**ar (DIDSON) with underwater cameras to increase the range of target detectability and to monitor fish behaviour in response to an approaching ROV. Long hours in the electronics shop and at dockside by the dedicated technical team, and careful maneuvering of *CCGS Vector* during survey operations, translated to 33 successful transects. Preliminary analysis of the DIDSON images showed little to no reaction by rockfish — or avoidance by other species — to the approaching ROV.

The science crew, comprising 10 from PBS and one from BIO (Halifax), benefited from the opportunity to test ROV survey modes and techniques and receive ROV pilot training. Additional work is planned to further evaluate the DIDSON system as a tool to help identify and measure sizes of observed targets.

C: ADVICE

The Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS) coordinates the DFO Science Advisory process in collaboration with the regional Centres for Science Advice. This coordination network is responsible for maintaining high standards of excellence in the provision of peer-reviewed scientific information and advice in support of sound decision-making.

Advice in Support of the *Species at Risk Act* in the Great Lakes

Fisheries and Oceans Canada is responsible for the protection of all aquatic species and enforcement of certain provisions of Canada's *Species at Risk Act* (SARA). DFO Science Sector provides several types of advice in support of SARA.

DFO Science provides a peer review of all available data and internal and external information holdings on priority species prior to assessment by the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC), after which COSEWIC reviews the assessment reports. For example, a silver lamprey pre-COSEWIC assessment was held this year. DFO Science also gives advice on Recovery Potential Assessments carried out by COSEWIC for species being considered for listing under SARA.

By far, the greatest number of aquatic species listed under SARA originates in the Great Lakes ecosystem. In the Great Lakes basin, 16 fish species are listed under Schedule 1*, five under Schedule 2, and nine under Schedule 3. Eight freshwater mussel species are listed under Schedule 1. A Recovery Potential Assessment for Lake Ontario Atlantic salmon and Lake sturgeon was undertaken this year.

*See a complete explanation of SARA schedules at: **www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/faq/faq_e.asp#about**

Other Recovery Potential Assessments of freshwater fish and freshwater mussels included the Eastslope sculpin (St. Mary and Milk Rivers), Westslope cutthroat trout (Alberta population), Spotted gar, Shortnose cisco, Black redhorse, Aurora trout, Eastern sand darter, Channel darter, Carmine shiner, Western silvery minnow, Lake chubsucker, Northern madtom, Pugnose shiner, Deepwater

Endangered freshwater mussels
In 2006, DFO's Great Lakes Laboratory for Fisheries and Aquatic Sciences finalized the Recovery Strategy for two endangered freshwater mussels, the Round hickorynut and Kidneyshell — the first-ever Recovery Strategy under SARA. By year-end, three more strategies were completed addressing six more endangered freshwater mussels and, in cooperation with the province of Ontario, the first freshwater fish, the endangered Aurora trout. All of the species seen here are endangered or threatened. In the first hand are Mudpuppy mussels; the five mussels together are Northern riffleshells; the next two are Wavyrayed lampmussels; and the two hands together are holding threatened Mapleleaf mussels.

sculpin (Great Lakes population), Kidneyshell, Round hickorynut, Rayed bean, Northern riffleshell, Snuffbox, Mudpuppy mussel, Wavy-rayed lampmussel, Lake Winnipeg physa and Round pigtoe.

Assessments for these freshwater species require further work on critical habitat before they are completed. Research has also continued on a number of these species in support of their recovery and, in some cases, a better understanding of their status.

Killer Whales of Newfoundland and Labrador: Assessment of Distribution and Social Structure

Most Canadians know about the killer whales in Canada's Pacific waters. However, killer whales native to our Atlantic waters are not yet as famous. In 2006–2007 DFO researchers Jack Lawson, Tara Stevens and David Snow undertook the first comprehensive study of killer whales of Newfoundland and Labrador.

An Atlantic killer whale surfaces near a monitoring vessel.
Photo: © Arlene Erven

Knowledge of killer whales in Atlantic Canada has been largely based on opportunistic encounters and they have been noted to occur along the Canadian Atlantic coast, including the Gulf of St. Lawrence. To assess the status of killer whales in this region, and therefore their susceptibility to human impacts and threats, DFO is gathering information on their abundance, distribution and life history (e.g., how large is their home range and what are their movement patterns within it?).

Systematic monitoring of Atlantic killer whales in the past has been deficient. Recently, with the increased public awareness of this species due to public education efforts— and DFO interview surveys to collect data for SARA-listed species such as blue whales (*Balaenoptera musculus*) and leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*)— more reports of killer whales have been received. As it has in the northeast Pacific, this information for Atlantic Canada can be gained through a combination of photographic identification, directed and opportunistic sightings collection, and genetic and acoustic sampling. Early evidence from David Snow's photographic collection of near-shore killer whales in this region suggested that some of these whales exhibit a geographically transitory pattern. Building on this information, Dr. Lawson and Ms. Stevens gathered thousands more images, and constructed a large-scale photographic catalogue to conduct a more in-depth investigation of killer whale residency and social structure. The catalogue has allowed the team to identify 64 individual whales, with images of hundreds of individuals yet to be identified. The new catalogue has also shown that some are returning to the same areas over multiple months and years.

Although the researchers have found evidence of approximately 13 pods of whales — most ranging in size from three to seven whales — it is unknown if these are long-term affiliations. The researchers also discovered large-scale (more than 600 nautical miles) intra- and inter-annual movements by known individuals. Killer whale sightings are predictable off the southern mainland coast in the late summer, and elsewhere in Atlantic Canada in the summer and fall. Killer whales have even been observed in pack ice on the North coast of the island of Newfoundland in winter — perhaps feeding on harp seals.

The research paper on Atlantic killer whales, "Killer whales of Atlantic Canada, with particular reference to the Newfoundland and Labrador Region," is scheduled to be posted on the DFO CSAS website in 2007.

Eastern Canadian Arctic Bowhead Whales: Population Assessment

The status of the eastern Arctic bowhead whale (*Balaena mysticetus*) was upgraded by COSEWIC in May 2005 from "endangered" to "threatened." Subsequent peer review meetings by DFO Science supported the development of a SARA Recovery Strategy for the two Davis Strait-Baffin Bay and Hudson Bay-Foxe Basin bowhead populations. DFO also provided advice to Fisheries Management and the Nunavut Wildlife Management Board related to the management of bowheads and quota size.

In 2006 results of a monitoring program of bowheads caused DFO researchers to determine that a single population of eastern Arctic bowhead whales exists — not two

A bowhead whale. Photo: © BBC

stocks as previously believed — and that they number about 7,000.

During a 10-month study, DFO researchers used relatively recent technology to tag and monitor the movements of nine bowhead whales. The results confirm that the bowheads are one population, capable of long-range movements, that their migration routes are variable, and that whales from different areas of the eastern Canadian Arctic share common summering and wintering areas. The success of the tagging program exemplifies the value of using up-do-date technology to remotely monitor the movements of marine animals and to address important management issues. Further work is ongoing to investigate, define and identify important habitat preferences of bowhead whales.

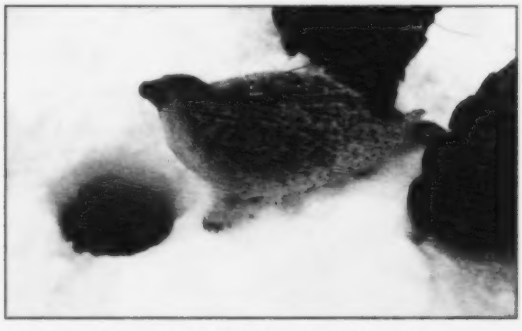
The right of the Inuit to hunt bowhead is enshrined in the Nunavut Land Claims Agreement, so it is important to understand the stock's ability to support a harvest. Issues of stock identity and structure, including a range that crosses regions and international

boundaries, are important considerations in providing advice on hunt allocations to communities in Nunavut and Nunavik.

In May 2007 the International Whaling Commission accepted a tentative re-definition of the eastern Canadian Arctic bowhead whale population, based on this work and similar work conducted in Greenland (with whom the population is shared.) DFO's bowhead whale research has been the subject of three television documentaries, most recently as part of CBC Television's 2006 National news specials from the Northwest Passage. Links to the CBC videos (in English only) are at: **www.cbc.ca/news/background/northwest-passage/**

A Study of Resident Seal Populations and Oil Drilling Operations in the Beaufort Sea

The objectives of this study were to identify and evaluate any potential impacts of offshore industrial activities on the resident seal populations, with a view to providing advice on any mitigating measures and monitoring studies that might be employed effectively in the future.



A young ringed seal close to its breathing hole

The study area was around Devon Canada Corporation's Paktoa site in EL420 in the southeast Beaufort Sea. The first three years of the study (2003, 2004, 2005) were conducted prior to industry activity at Paktoa, while the fourth year (2006) was conducted during the latter part of a single exploratory drilling season when Devon Canada tested and abandoned their exploratory well, demobilized the rig, and constructed and maintained an ice road and airstrip. DFO study methods included ice surveys using trained detection dogs, satellite tagging and tracking of 20 individuals, year-round aerial surveys during the seals' basking period, and collection of 62 specimens to examine body condition and reproduction of individuals. Over the four years of the study, the work was greatly enhanced by the involvement of 19 Inuvialuit field technicians.

The distribution of subnivean lairs and breathing holes, and the behaviour and distribution of tagged seals, were not significantly different among the non-industry and industry years studied. Natural abandonment of seal structures ranged from 21 to 26 percent in 2003, 2004 and 2005, with a lower rate (10 percent) in 2006 being attributed to the significantly later date of freeze up in that year. The collected specimens showed the ringed seals in this area to be in good body condition with ample fat stores, in normal reproductive status, with zero or negligible levels of polycyclic aromatic hydrocarbons, and 74 percent with prey in their stomachs. There was a significant increase in the densities of basking seals near the floe edge compared to farther from it, but no detectable relationship between the distribution of basking seals and the Paktoa site in any year.

Detection dogs near the Paktoa site

Overall, the study provided important baseline information on the use of the near-shore Beaufort Sea by ringed seals during spring, and is a benchmark for any future studies involving multiple or longer term drilling operations. The results suggest that one season of drilling by industry at the Paktoa site had no detectable effect on ringed seals in the study area. The effects of longer exposures to industrial activity, or exposure to multiple industrial sources, remain unknown.

Inuvialuit field technicians with a ringed seal

Science Advice on Arctic Populations of Narwhal, Greenland Halibut, Beluga

DFO Science provided science advice in response to requests from DFO Fisheries and Aquaculture Management and the Nunavut Wildlife Management Board with respect to the review and potential increase of quotas for northern Hudson Bay narwhals, an inshore Greenland halibut exploratory fishery, and crab harvests in North Atlantic Fisheries Organization (NAFO) Division 0. In 2006, there were two beluga entrapment events, one in the Husky Lakes and one in Cumberland Sound. Science advice was provided to support decisions in both of these cases, as well as for the development of a closed area in NAFO Division 0A to protect narwhal over-wintering grounds, which would also protect deep-sea corals in the same area.

Oceans Action Plan: Science in Support of Integrated Management

In 2004 Canada's *Oceans Action Plan* established five Large Ocean Management Area (LOMA) initiatives: Pacific North Coast Integrated Management Area (PNCIMA), Beaufort Sea Integrated Management Planning Initiative (BSIMPI), Gulf of St. Lawrence Integrated Management Area (GOSLIM), Eastern Scotian Shelf Integrated Management Area (ESSIM) and Placentia Bay/Grand Banks (PBGB). To support integrated management in the LOMAs, DFO Science developed a national approach and produced Conservation Objectives, science-based objectives related to the status of the non-human components of the ecosystem.

In January 2007 a nationally consistent approach to Conservation Objectives was established. Conservation Objectives are intended to guide participants in the integrated management process by setting boundaries within which social, cultural and economic objectives are established in the LOMA, thus ensuring that the nature and magnitude of human impacts on ecosystems are sustainable. Conservation Objectives are based on the following four sources: ecologically and biologically significant areas, ecologically significant species and community properties, degraded areas, and depleted species.

Read more in the CSAS Science Advisory Report *Guidance Document on Identifying Conservation Priorities and Phrasing Conservation Objectives for Large Ocean Management Areas* at: **www.dfo-mpo.gc.ca/csas/Csas/status/2007/SAR-AS2007_010_E.pdf**

Ecosystem Overview and Assessment Report on the Beaufort Sea

The Beaufort Sea is a complex marine ecosystem. The productivity of the region, particularly the near-shore, has been an important resource for human occupation. In support of the Beaufort Sea LOMA, DFO Science and co-management partners provided expertise and advice in the development of the *Beaufort Sea Ecosystem Overview and Assessment Report*, for use by DFO Oceans Sector.

In Volume 1, the overview describes the structure and function of the ecosystem and any gaps in knowledge. In Volume 2, the assessment identifies and evaluates the ecological impacts of human activities (present and future) and serves as an aid to government, industry and Inuvialuit in decision-making processes. The report also identifies areas, species and community properties of ecological and/or biological significance. Some of the conclusions and recommendations were developed with the intent of balancing economic development and ecosystem integrity.

Science and research are integral components in achieving this balance toward developing effective monitoring systems and mitigation/management strategies, and a Canadian technical report on this topic is being prepared. Read more about Canada's *Oceans Act* of 1997 at: **http://laws.justice.gc.ca/en/showtdm/cs/O-2.4**, and Canada's Oceans Action Plan at: **www.dfo-mpo.gc.ca/oceans-habitat/oceans/oap-pao/index_e.asp**

Mapping Species at Risk: New Tool for Conservation and Habitat Management

The Great Lakes Laboratory for Fisheries & Aquatic Sciences (GLLFAS) research division of DFO Science has collected fish and mussel distribution data within Ontario to update historical records and to obtain an accurate picture of the current distribution of species at risk. In 2003, a useful mapping tool was developed for a project carried out by Habitat Management and its partners, with funding from the national SARA program. The project's goals were to:

- assemble and validate fish and mussel distribution data in Ontario
- develop a web-mapping application for Ontario Great Lakes Area (OGLA) staff related to species at risk
- develop an atlas with supporting documentation for partners
- update a web-mapping application with valid, current data

Nick Mandrak and Carolyn Bakelaar of GLLFAS and Debbie Ming and Peter Brunette of Oceans and Habitat (OGLA) collaborated to develop the tool (a series of maps) for OGLA and partner agencies, including Conservation Authorities, Ontario Ministry of Natural Resources, and Ontario Ministry of Transportation. Each map uses a 3-colour scheme based on SARA status, and identifies the presence of species at risk within a stream segment. For example, red segments represent the presence of extirpated, endangered and threatened species currently listed in SARA Schedule 1. These mapping applications are useful for determining OGLA's level of involvement in the referral process (i.e., land-based or in-water activities that could impact fish habitat).

In June 2006 a draft version of the mapping tool was distributed to OGLA partners as an "atlas" of 143 maps — available digitally in a CD and via the DFO Intranet in a web-mapping application — and in June 2007 Version 1 was officially released. This project will continue throughout the coming years as risk status changes for different species and as new distribution data are collected.

The northern snakehead (*Channa argus*)
A voracious predator that is highly preferred as a food fish and the only cold-temperate species in the snakehead family.

Aquatic Invasive Species Assessment: Northern Snakehead in Canada

Northern snakehead is an extremely hardy freshwater fish and a voracious predator of other fishes. It grows rapidly to attain sizes of greater than 1.5 metres. There are up to 36 species of snakeheads native to Eurasia and

Africa, many of which are notorious for their ability to breathe air and move on land. Some snakehead species are used for the aquarium and live food trades. They can withstand being out of the water for several hours — even days — and are shipped in wet burlap. Northern snakeheads have also recovered from being frozen solid!

Researchers Nick Mandrak and Becky Cudmore assessed the biological risk of northern snakehead and found the risk of introduction and its consequences to be high in Canadian waters. Read more at: **www.dfo-mpo.gc.ca/csas/Csas/Publications/ResDocs-DocRech/2005/2005_075_e.htm**

Canada–U.S. Pacific Hake Agreement

In January 2007 an agreement between Canada and the U.S. came into effect that provides for joint stock assessment, management and research on the harvest of Pacific hake (*Merluccius productus*). The offshore Pacific hake stock ranges from Baja California to southeastern Alaska, with the West coast of Vancouver Island being the northern limit of its commercial abundance. This is the most plentiful of three stocks in the northeastern Pacific Ocean that support international, joint venture and domestic fisheries in Canadian and U.S. waters. From 1966 to 2004 these fisheries have averaged 190,000 metric tons (t) annually.

Recent work regarding Pacific hake generated the following results:

- The joint hydro-acoustic survey showed that expansion/contraction of the stock is probably related to variations in environmental factors, particularly temperature.

Harvest of Pacific hake

- Larval work suggests substantial inter-annual spatial variability in the transport of larvae, with larvae reaching the outer shelf in some years but not others.
- Scientists are examining information on the relative abundance and productivity of hake prey to consider plausible bounds on the total hake biomass in the California Current.

- Analysis of age composition data indicates that some cohorts appear to grow at different rates than others sampled in the same year.
- Older (age 5+), larger, and predominantly female hake migrate into the Canadian zone. During El Niños, a larger proportion of the stock migrates into Canadian waters, apparently due to intensified northward transport during the period of active migration (Dorn 1995).
- Range extensions to the north also occur during El Niños, as evidenced by reports of hake from southeast Alaska during warm-water years. During the warm period experienced in the 1990s there have been changes in typical patterns of distribution.
- Spawning activity has been recorded north of California, and frequent reports of unusual numbers of juveniles from Oregon to British Columbia suggest that juvenile settlement patterns also shifted northward in the late 1990s. Because of this, juveniles may be subjected to increased predation from cannibalism and to increased vulnerability to fishing mortality.
- Subsequently, La Niña conditions apparently caused a southward shift in the centre of the stock's distribution and a smaller portion was found in Canadian waters in the 2001 survey.

Identifying the Biological Diversity of Pacific Wild Salmon under the *Wild Salmon Policy*

The six principles of the *Wild Salmon Policy* (WSP) are aimed toward identifying and protecting the biological diversity of Pacific wild salmon, and taking an inventory of the units of diversity that require conservation. Identification of these conservation units (CU) within British Columbia is very near completion, and the description of units in Yukon and Northwest Territories will proceed once their ecological zones are mapped.

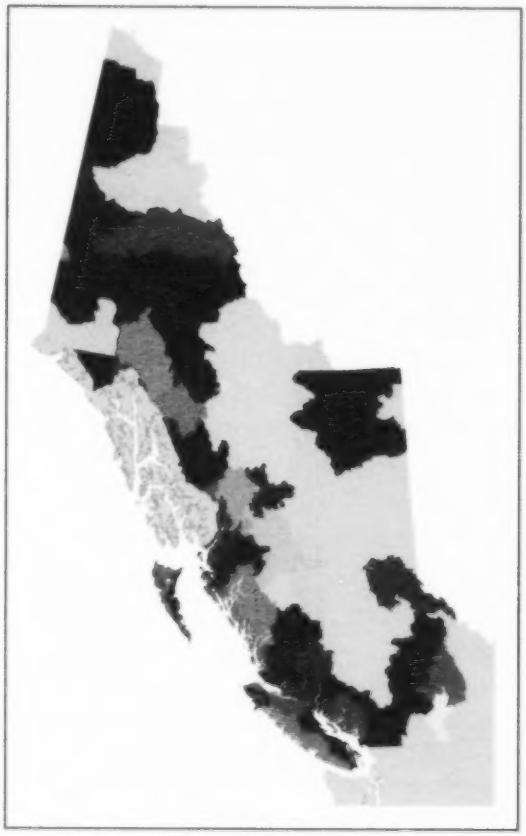
An approach first developed by the U.S. National Marine Fisheries Service was modified to characterize diversity in Pacific salmon along three major axes: ecology, life history and molecular genetics. (*See R. Waples et al, 2001, Characterizing diversity in salmon from the Pacific Northwest. J. Fish. Biol. 59: 1–41.*) The three axes are used to map local adaptation in a variety of ways. The first stage in the delineation of CUs is based solely on ecology. These "ecotypes" characterize near-shore marine environment and associated watersheds.

The second stage applies life-history and molecular genetics — and any further ecological information about Pacific salmon — to group or partition the first-stage units into the CUs. There was a high degree of agreement between ecotypic, biological (life history) and genetic characterizations of intra-specific diversity, suggesting that the CUs describe real and important adaptive diversity.

In addition to the pragmatic advantages of a method that uses all available information to

describe intra-specific diversity, an ecotypic approach has benefits stemming from characterizations of salmon habitat in its broadest sense. Importantly, the method supports the intent of the WSP to use CUs for the conservation of both pattern and process in Pacific salmon and their ecosystems. Pattern is the diversity that currently exists. Process refers to the evolutionary processes that create and maintain diversity. (*See C. Moritz, 2002, Strategies to protect biological diversity and the evolutionary processes that sustain it. Systematic Biology 51(2): 238–254.*)

One general conclusion from this exercise is that Pacific salmon in Canada are very diverse, as reflected in the estimated numbers of CUs by species: Pink salmon, 21-22; Chum salmon, 29; Coho salmon, 45-48; Chinook salmon, ~50; Sockeye salmon (lake rearing), ~250; and Sockeye salmon (river/sea rearing), 30-35.



Joint Adaptive Zones
The map of British Columbia and the Yukon Territory shows the locations of the 49 ecotypic zones or "Joint Adaptive Zones" that are the basis of the CU classification. Not all of the species occur in each zone. For example, the Lower Liard (green, in the NE corner of BC) contains only Chum salmon. The zones in Yukon are preliminary.

D: MANAGEMENT OF DATA AND INFORMATION

Archiving 1 Million Observations per Month and Growing!

The Integrated Science Data Management (ISDM) branch of DFO Science is the data manager for the Atlantic Zone Monitoring Program, the Aquatic Invasive Species Program, the Aquatic Animal Health Program, the Pacific Ocean Shelf Tracking Program, and Argo, as well as the many different kinds of oceanographic data collected by DFO Science. The volume of ocean data continues to grow — for certain types of data, ISDM archives are expanding by about 1 million observations a month, a factor of 3 increase in the last five years.

The measurement coverage and sampling rate of the world's oceans has been increasing in recent years, and temperature and salinity observations are more and more available in real-time using satellite technology. Since its inception, ISDM (previously MEDS) has been

responsible for controlling ocean data quality in real-time and disseminating and archiving the data collected by Canadian and international programs. This year, ISDM, in relation with a recently established Centre of Expertise — the virtual Centre for Ocean Model Development and Application — has taken things a step further by enabling integration of all available temperature and salinity data in the production of real-time, three-dimensional ocean fields.

E: DATA PRODUCTS AND SERVICES

During 2006–2007 the Ocean Sciences-Canadian Hydrographic Service (OS-CHS) division of DFO Science continued to provide support for a broader and more comprehensive national ocean science and charting authority responsibility. OS-CHS also revised its earlier data management strategy in mid-2006, which included a more detailed implementation plan. Since late March 2007, the CHS, through a negotiated agreement with Nautical Data International, has been wholly responsible for the production, marketing, sales and distribution of its digital charts and data, including the licensing of value-added resellers and dealers.

To continue to support safe and accessible waterways throughout 2006–2007, CHS conducted field survey operations, provided products and services for navigation, and supported maritime safety and security and Canadian sovereignty.

CHS promoted safe navigation to the public and many boating clients through activities in Marketing and Client Liaison (Outreach), Discover Boating events, boat shows, Canal Days, and World Hydrography Day with the *Spirit of Canada*, and through involvement with the Canadian Safe Boating Council and Canadian Power & Sail Squadron.

GeoPortal

ISDM operates GeoPortal, a web-based application that follows international standards for portraying and combining geographic information from different sites in DFO. In practical terms, as an example, it means that maps of lobster catches, bottom water temperatures and bathymetry can all be overlaid on demand even though such information is served from different regions in DFO. ISDM uses facilities in GeoPortal to support an online, standards-based data inventory to describe all of the diverse DFO Science data that are freely available to anyone. The initial inventory is running in a test mode, with more open access anticipated in the coming year. Visit GeoPortal at: **http://public.geoportal-geoportail.gc.ca/**

United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS)

The Canadian Hydrographic Service and the Geological Survey of Natural Resources Canada are collaborating with the Danish Geological Survey to acquire bathymetric data about the Lomonosov Ridge, a submarine mountain range located in the Eastern Arctic between Canada's Ellesmere Island and Denmark's Greenland. Canada has until 2013 to submit evidence to the United Nations under the U.N. Convention on the Law of the Sea (UNCLOS) to support the establishment of territories beyond the 200-mile exclusive economic zone, based on the outer limits of the continental shelves.

UNCLOS Survey Camp
The base camp seen here is at Alert, the Canadian Forces Base on Ellesmere Island. Canada and Denmark are collaborating in order to reduce the costs for both countries and to develop a joint interpretation of the collected information, thereby reducing the possibility of overlapping claims and disputes.

Innovative New Mapping Tool Introduced at CHS

The vision of the Canadian Hydrographic Service is to be a world leader in hydrography and a proactive supplier of hydrographic products. In line with that vision, CHS has introduced a new technology for the production of paper and electronic marine charts that is revolutionizing the work of hydrographers.

This new tool, CARIS HPD software, serves as a single database-sharing source data to be used for various mapping products. The software eliminates task duplication in the production of charts of a given geographic sector at different scales. The digital and paper products are produced using the same data, thereby ensuring greater consistency between the two versions.

Once the database is loaded — a preliminary step that requires a substantial initial effort — task duplication can be eliminated. The source data are analyzed only once, and their representation is applied to the products affected. This new technology allows for increased efficiency in subsequent editions because the data used to produce the charts are managed in a seamless database.

Because the source data and product data are unified, the production of the paper and electronic charts is synchronized within shorter timeframes. For the first time, the electronic and paper charts can be released almost simultaneously.

At the Canadian Hydrographic Conference held in Halifax in June 2006, Canada, Chile and Mexico jointly announced the publication of a marine chart using this Canadian technology. The first Canadian chart produced using CARIS HPD is the Port of Quebec City. The simultaneous production of the paper and electronic versions is a world first and confirms the leadership of CHS among the world's marine chart-producing countries.

CARIS HPD software provides a close-up look at Belle Bay, Newfoundland.

World Hydrography Day

With the endorsement of the United Nations and the International Hydrographic Organization, World Hydrography Day — established in 2006 and celebrated on June 21st — was created to promote hydrography. CHS worked with the Canadian Safe Boating Council and Canadian Power & Sail Squadron to promote safe navigation to the public and many boating clients on this special day.

Ocean Sciences-Canadian Hydrographic Service on the International Scene

OS-CHS, to further support and promote Canada's involvement internationally in the ocean sciences and nautical charting community, is actively involved in the following organizations:

- the Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, which provides United Nations member states with a mechanism for global cooperation in the study of the ocean;
- the Global Ocean Observing System (GOOS), a permanent global system for observing, modeling and analyzing marine and ocean variables to support operational ocean services worldwide;
- the International Hydrographic Organization (IHO), an intergovernmental consultative and technical organization established in 1921 to support safety in navigation and protection of the marine environment and its established committees; and
- the International Maritime Organization (IMO), a United Nations agency established to maintain a regulatory framework for shipping. Its mandate includes safety, marine pollution, legal matters, technical cooperation, maritime security and the efficiency of shipping.

Computer-generated Image: CHS/DFO

2006 Beaufort Sea Survey
This 3-D image of pingo-like features in the Beaufort Sea corridor was collected by the Canadian Hydrographic Service in 2006 using a multibeam sonar system aboard *CCGS Nahidik*. The word "pingo" comes from the Inuit, and usually refers to a low hill or mound. Such pingo mounds are created by hydrostatic pressure forcing up the land in areas underlain by permafrost. The Discovery Channel's *Daily Planet* program featured the *Nahidik* voyage on their series about Canada's North.

Strategic Science Outreach

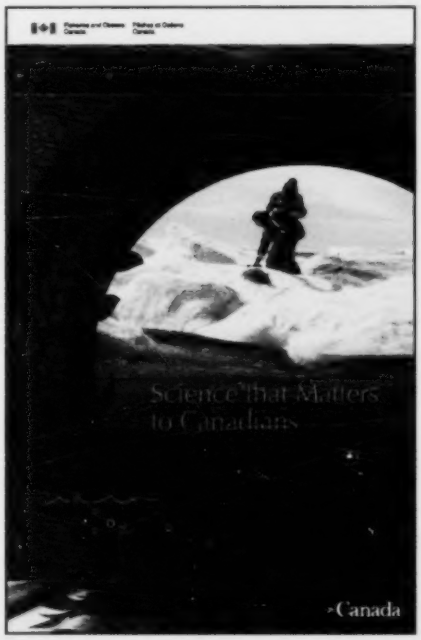
The Strategic Science Outreach (SSO) unit of DFO Science takes a strategic approach to building awareness of Canada's federal aquatic science program. It is a small unit with a major goal: to ensure that aquatic science is valued. Its work is in keeping with the Knowledge Advantage advocated by the federal Science and Technology Strategy, which states that Canadians must be positioned at the leading edge of the important developments that generate health, environmental, societal and economic benefits.

Through the production of science stories, lectures, videos and publications both in print and on the Internet, SSO promotes the importance of aquatic science and the work of DFO researchers to a wide range of audiences. The unit prepares exhibits for use at national science centres and manages outreach activities with non-governmental organizations that contribute to science learning and curricula. SSO assists the Assistant Deputy Minister of Science to implement advice from the external Science Advisory Council, a group of ex-officio science and science communications experts who advise the DFO Science management team

during the year. The unit also provides strategic leadership to regional staff on outreach to enhance open houses, major events and anniversary celebrations that engage the community.

The SSO unit produces the popular DFO Science Feature stories series, which are available online at: **www.dfo-mpo.gc.ca/science/Story/feature_e.htm**. Anyone can subscribe to the stories online by sending an email with "subscribe" in the subject line to: **sciencebulletion@dfo-mpo.gc.ca**

Among recent publications produced by the unit are this report and *Science that Matters*, a brochure about DFO Science Sector that can be found at: **http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/Publications/Science_Brochure/index_e.htm**



The *Science that Matters* brochure

Section 3

Publications

Operated by DFO Science, the Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS) coordinates the peer review of scientific publications for the department. CSAS works with the regional organizations of DFO to develop integrated overviews of issues concerning fish stock dynamics, ocean ecology, and use of living aquatic resources, and to quickly identify emerging issues. In 2006 approximately 200 publications were produced through the CSAS Science Advisory process. See them at: **www.dfo-mpo.gc.ca/csas/**

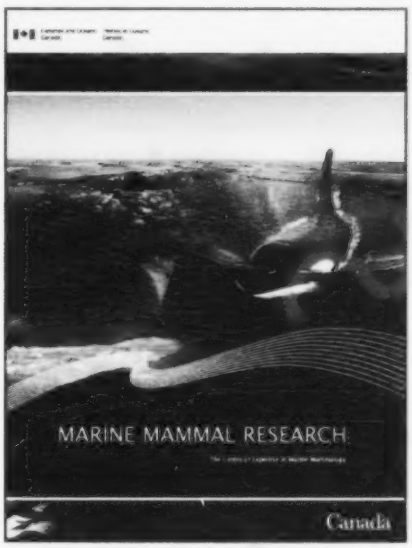
In 2004, the latest year for which the most complete Canada-wide bibliometric data are available, DFO researchers produced 27 percent of all Canadian peer-reviewed science publications in marine biology and hydrobiology and 31 percent of publications in oceanography and limnology.

Individual papers are often very influential, both to science and policy. For example, "Evolutionary response to size-selective mortality in an exploited fish population," by Douglas Swain, Alan Sinclair, and J.M. Hanson (2007), was published in the Proceedings of the Royal Society of London (*Series B. DOI: 10.1098/rspb.2006.0275*). The authors innovatively use a 30-year time series of back-calculated lengths-at-age to test for a genetic response to size-selective mortality in the wild in a heavily exploited population of Atlantic cod (*Gadus morhua*). The study stresses the need for the development of management regimes that take into consideration the evolutionary consequences of fishing. The paper was highlighted in *Conservation Magazine* and on the *Faculty of 1000 Biology* website, which features the most interesting papers in biology based on the recommendations of 1000 leading scientists. One reviewer asserted, "This is so far the most serious attempt to empirically demonstrate that size-selective fishing can cause growth rate to evolve."*

**Mikko Heino: Faculty of 1000 Biology, 27 Mar 2007 www.f1000biology.com/article/id/1071957/evaluation.*

Marine Mammal Research – An Overview

DFO Science occasionally publishes overview reports about specific areas of science. In February 2007 the Centre of Expertise on Marine Mammals (CEMAM) released *Marine Mammal Research – An Overview*, a fully illustrated publication about the research conducted by the members of the CEMAM within DFO. CEMAM is working on a variety of innovative scientific projects to obtain information on the dynamics, ecology, habitat, migration and health of marine mammals. The

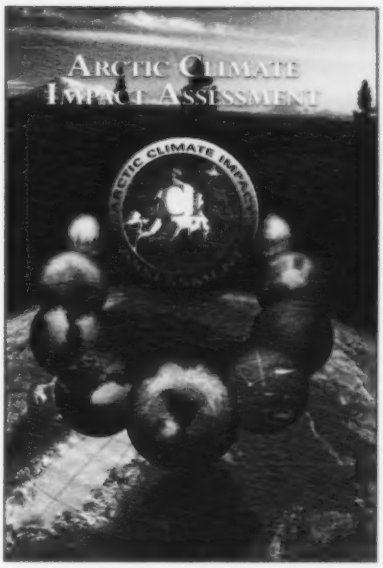


The colourful cover of *Marine Mammal Research: An Overview*

publication includes information about the endangered beluga in the St. Lawrence, the right whales in the Bay of Fundy, the killer whales in the Pacific, and the research done on narwhal, bowhead and many more marine mammal species. Print copies of the 80-page publication are available by request and the PDF version of the publication is online at: www.osl.gc.ca/mm/pdf/reference_engfnl.pdf

An Arctic-wide Impact Assessment of Climate Change

With respect to impacts on evidence-based policy — and to public understanding of climate change in general — a powerful illustration of the high quality of DFO scientific contribution is that being made on climate change in the Arctic. In 2000, two working groups of the Arctic Council — Conservation of Arctic Flora and Fauna and the Arctic Monitoring and Assessment Programme, and the International Arctic Science Committee — were charged with developing an Arctic-wide impact assessment of climate change. DFO scientist Dr. Jim Reist, a member of the international Steering Committee, played a key role as a co-author and synthesizer of material, soliciting authors and acting as lead author for the chapter on Freshwater Ecosystems and Fisheries. Of the three co-lead authors, 12 contributing authors, and 10 consulting authors on this chapter, six are DFO staff: Jim Reist, Richard Beamish, Jackie King, Robie Macdonald, Brian Dempson, and Ross Tallman. Findings were published in the highly influential 2004 *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA) Overview* report, a 140-page summary of the science for policy makers and governments, of which Reist was a co-author. Final delivery of the background science and the impact assessment occurred at an international conference in 2005 with the publication of the full report. In addition to the Freshwater Ecosystems and Fisheries chapter, other DFO staff were contributing or consulting authors to other chapters within the ACIA report, notably the Marine Systems chapter (Eddy Carmack, Ken Drinkwater and Fiona McLaughlin) and the Fisheries and Aquaculture chapter (Jim Carscadden and George Lilly). Read the ACIA material at: www.acia.uaf.edu/pages/scientific.html



Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)

In 2006, Reist and co-lead authors Drs. Fred Wrona and Terry Prowse of Environment Canada reformatted the Freshwater Ecosystems and Fisheries chapter from the ACIA Scientific Report and published it as 10 articles in the primary literature journal *Ambio* to enhance delivery of the findings to the scientific community, government scientists

and policy makers. See the Ambio articles at: **http://ambio.allenpress.com/ambioonline/?request=get-toc&issn=0044-7447&volume=035&issue=07**

The impact of the various ACIA products has been, and continues to be, immense. It has resulted in a shift in government policy of all Arctic nations with respect to climate change; contributed to a global shift in attitude with respect to climate change from an emerging threat to a real and present danger; modified and influenced Canadian government policy with respect to the Arctic, and contributed directly to decisions by Canada to fund the largest national research program of all Arctic nations for the 2007–2010 International Polar Year (IPY).

Moreover, the substantive regional results from ACIA for the Arctic have recently been used by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) to support its re-assessment of global climate change impacts, to serve as a model for future regional assessments, and to continue to influence adaptation and mitigation of climate change effects in Canada and globally. Within Canada, ACIA has also served as a model for the ongoing re-assessment of climatic impacts and adaptation on a regional basis. Led by Natural Resources Canada, with contributions by DFO scientists, this re-assessment is slated for publication in October 2007. The IPCC website is located at: **www.ipcc.ch**

Nobel Peace Prize to Intergovernmental Panel on Climate Change

In October 2007, as this report was reaching its final stages, DFO Science learned that the IPCC was co-awarded the 2007 Nobel Peace Prize with former U.S. Vice President Al Gore. DFO Science congratulates the following DFO scientists who contributed to the IPCC and all who assisted in this effort:

IPCC Second Assessment Report, 1995: Angelica Peña, Ian Perry, Trevor Platt, and (formerly of DFO) David Welch

IPCC Third Assessment Report, 2001: Richard Beamish

IPCC Fourth Assessment Report, 2007 - Working Group I: The Physical Science Basis Ken Denman, Jim Christian, Igor Yashayaev, Humfrey Melling, Howard Freeland, Allyn Clarke, Robie Macdonald, (**http://ipcc-wg1.ucar.edu**

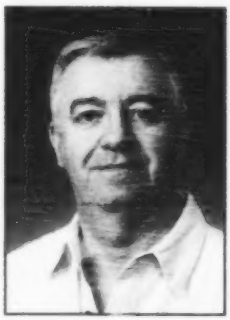
Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerabilities Jim Reist, Ken Minns (**http://www.ipcc-wg2.org/**)

Awards

Dr. Ken Denman and Dr. Trevor Platt — Timothy R. Parsons Medal 2006

Dr. Timothy R. Parsons and Dr. Ken Denman.

Dr. Ken Denman of DFO Pacific Region received the Timothy R. Parsons Medal in honour of his career-long contributions on the influence of physical processes on ocean productivity, and for pioneering integrated physical-chemical-biological oceanographic research. Dr. Denman has many influential publications to his name, notably landmark papers pioneering the study of physical/biological interactions in the lower food web, and the coupling of climate systems with biogeological cycles. He is a renowned expert in modeling marine ecosystems and climate, with monumental contributions to climate change science through his identification of processes by which marine ecosystems respond to and feed back on climate. Dr. Denman is among the DFO Science contributors to the International Panel on Climate Change, which was co-awarded the 2007 Nobel Peace Prize. Dr. Denman is employed at both the Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis at the University of Victoria, and by the DFO Institute of Ocean Sciences in Sidney, British Columbia.



Dr. Trevor Platt

Dr. Trevor Platt received the award in honour of his outstanding contributions to the fields of biological oceanography and marine ecology, the thermodynamics of the open ocean ecosystem and an ecosystem approach to fisheries management. Dr. Platt is a leader in interdisciplinary oceanographic research, a pioneer of new quantitative methodologies and the use of satellite remote sensing data for measuring ocean processes. He is a prolific scientific author, with over 285 publications. He is a major influence internationally, serving with the International Geosphere-Biosphere Program, the Scientific Committee on Ocean Research, the Joint Global Ocean-Flux Study and the International Ocean Colour-Coordinating Group. Dr. Platt is employed by DFO at the Bedford Institute of Oceanography in Dartmouth, Nova Scotia, and is an adjunct faculty member at Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia.

Dr. Eddy Carmack — Massey Medal of the Royal Canadian Geographical Society

Dr. Eddy Carmack aboard *CCGS Louis S. St-Laurent*
Dr. Carmack is also famous among Canadian school children—four thousand have participated in his 'message in a bottle' project to track ocean currents. One hundred and fifty of the bottles had been found by August 2007.
Photo: © Paul Galipeau

The Massey Medal recognizes outstanding personal achievement in the exploration, development or description of the geography of Canada. For his leading role in ocean science, Dr. Carmack, a climate oceanographer with the Institute of Ocean Sciences in Sidney, British Columbia, was awarded the 2007 Massey Medal. Dr. Carmack is leading an important International Polar Year project, C3O — Canada's Three Oceans. Two Canadian Coast Guard icebreakers, whose current mission tracks encircle Canada, will obtain a snapshot of large-scale ocean and ecosystem properties, and thus establish a scientific basis for sustained monitoring of Canada's sub-Arctic and Arctic seas in the wake of global warming. In all, approximately 12,000 km of ocean track will be covered. Read more at: **http://www.ipy.gc.ca/intl/fs/ctho_e.html**

Dr. R. Allyn Clarke — Canadian Meteorological Oceanographic Society (CMOS) — Appointed Fellow

Dr. R. Allyn Clarke, CMOS Fellow, 2007

Dr. R. Allyn Clarke, a DFO Scientist Emeritus working at the Bedford Institute of Oceanography in Dartmouth, Nova Scotia, was appointed a Fellow of the Canadian Meteorological Oceanographic Society (CMOS). CMOS exists for the advancement of meteorology and oceanography in Canada. Dr. Clarke was recognized for his major contributions to the physical oceanography of the North Atlantic and to global climate studies through research, management and leadership at both national and international levels.

Dr. Howard Freeland — Canadian Meteorological Oceanographic Society (CMOS) — President's Prize

Dr. Howard Freeland of the department's Institute of Ocean Sciences in Sidney, British Columbia, was awarded the Canadian Meteorological Oceanographic Society (CMOS) President's Prize in recognition of his outstanding leadership in the development of a global array of drifting Argo floats — a major advance in observational oceanography. Along with co-author Patrick Cummins, Dr. Freeland's work is documented in the paper, "Argo: A new tool for environmental monitoring and assessment of the world's

oceans, an example from the N. E. Pacific." The President's Prize is awarded by the Society for a recent paper or book of special merit in the fields of meteorology or oceanography.

Dr. James Gower — Pan-Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC) — 2006 Distinguished Science Award

Dr. James Gower is a researcher at DFO's Institute of Ocean Sciences in Sidney, British Columbia. At the bi-annual Pan-Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC) in November 2006, Dr. Gower was recognized for his outstanding work in the advancement of science in this field.

Dr. David Higgs — Aquaculture Association of Canada — Research Award of Excellence

Dr. David Higgs, receiving the Aquaculture Association of Canada Research Award of Excellence

Dr. David Higgs is head of the Fish Nutrition Program at DFO and the University of British Columbia (UBC) Centre for Aquaculture and Environmental Research in the Pacific Region. Dr. Higgs works collaboratively with universities and/or industry in three main subject areas: improving hatchery operations, minimizing environmental effects of salmon farming, and fish nutrition. In November 2006 Dr. Higgs received the Research Award of Excellence from the Aquaculture Association of Canada for his research accomplishments and contributions to advancing our knowledge on fish nutrition.

Dr. Zbigniew "Bob" Kabata — Order of Canada

The remarkable Dr. Bob Kabata, scientist, poet and war hero, received the Order of Canada in 2007.

Dr. Bob Kabata, a Scientist Emeritus at the DFO Pacific Biological Station in Nanaimo, British Columbia, and a world-renowned parasitologist, was appointed to the Order of Canada in 2007. He was inducted into this prestigious and select group of Canadians for a lifetime dedicated to scientific research on fish parasites. A video entitled *Kabata: Evolution of a Scientist* is available online at www.science.gc.ca

Jerome Keen and David Haight — Great Lakes Fishery Commission — 2006 Vern Applegate Award

Jerome Keen from the Sea Lamprey Control Centre in Sault Ste. Marie, and David Haight, now retired from DFO, were presented the 2006 Vern Applegate Award by the Great Lakes Fishery Commission for going above and beyond their regular positions and enhancing the profile of DFO's Sea Lamprey Control program throughout the region.

Dr. Simon J. Prinsenberg — Canadian Meteorological Oceanographic Society — J.P. Tully Medal in Oceanography

Dr. Simon Prinsenberg, J.P. Tully Medal in Oceanography, 2007

Dr. Simon Prisenberg, with the Bedford Institute of Oceanography in Dartmouth, Nova Scotia, was the recipient of the J.P. Tully Medal in Oceanography. Dr. Prisenberg was recognized for his outstanding ability to conceive of new instruments required to perform unique measurements in harsh environments that have led to breakthroughs in our understanding of both oceanic and glacial processes that influence the northern environment.

Dr. Michael Sinclair — Vice President of International Council for the Exploration of the Seas (ICES)

Dr. Michael Sinclair, the Regional Director of DFO Science in the Maritimes Region, located at the Bedford Institute of Oceanography in Dartmouth, Nova Scotia, was elected the inaugural Vice President of International Council for the Exploration of the Seas (ICES). ICES coordinates and promotes marine research in the North Atlantic and acts as a meeting point for a community of more than 1600 marine scientists from 20 countries around the North Atlantic.

Dr. Denis Gilbert, Hypoxia Advisory Panel

Dr. Denis Gilbert checks samples during a research mission.

The Science Advisory Board of the U.S. Environmental Protection Agency's Office of Water (OW) evaluates the complex scientific and technical issues that affect the causes, location, magnitude and duration of the hypoxic zone in the Northern Gulf of Mexico, as well as the priority and feasibility of management and control options in the Mississippi River Basin and Gulf. Canada's hypoxia expert, Dr. Denis Gilbert, of the Maurice Lamontagne Institute, is the only non-U.S. citizen to be invited to serve on this committee.

Deputy Minister's Award for the Oceanographic Buoy Network

Bernard Pettigrew, Roger Pigeon and Pierre Larouche of the Maurice Lamontagne Institute earned a Deputy Minister's Award for developing a buoy measurement system to validate colour satellite images of the marine environment of the St. Lawrence. The buoy network is an important component of the Atlantic Zone Monitoring Program, which obtains continuous measurements of the marine environment. Because there were no commercial systems that met operational requirements, the three employees developed a new high-performance oceanographic system. The system was installed on a standard navigation buoy obtained from a local company, tailored to the marine conditions of the St. Lawrence Gulf and Estuary, and resulted in substantial savings in manufacturing costs. With the technical knowledge it acquired, the local company involved in the development of the buoys was able to market its own buoys.

Oceans Directorate Award Presented to CHS Hydrographers

At a meeting of the regional Oceans Directors in Charlottetown, Céline Gaulin, Director General of the Oceans Directorate in Ottawa, recognized the work done by hydrographers by presenting a certificate of appreciation to teams from the Canadian Hydrographic Service that work in the shadows at both the national and regional level. The certificate recognized the team's contribution throughout the last decade, particularly their professional conscience in supporting various initiatives such as Canada's Oceans Strategy and Canada's Oceans Action Plan. New multibeam technologies enable hydrographers to scan and view large parts of the seabed in 3-D and to classify the benthic environment. Each of these techniques contributes significantly to scientific knowledge of Canada's submerged lands with a view to integrated ecosystem management. Richard Sanfaçon, data acquisition manager, accepted the award on behalf of his team members, Roger Côté and Louis Maltais, of the Quebec Region.

Canadian Hydrographic Service (CHS) — American Society for Quality (ASQ) Canada — Quality Recognition Awards to Canadian Hydrographic Service

In April 2006 The Honourable Kevin O'Brien, Minister of Business, Government of Newfoundland and Labrador, presented this award to the CHS Newfoundland District Office in recognition of the successful implementation of a Quality Management System that meets the requirements of the ISO 9001:2000 international quality management standard. ASQ Canada has been active in Newfoundland and Labrador since the early 1990s to advance learning, quality improvement and knowledge exchange. This is the first presentation of Newfoundland and Labrador ISO 9000 Quality Recognition Awards. CHS Central and Arctic also received a Commitment to Quality award at the 2007 Public Sector Quality Fair for its effort at preparing and maintaining standards of quality through the CHS Levels of Service initiative.

Prix d'Excellence — DFO Science Award Recipients

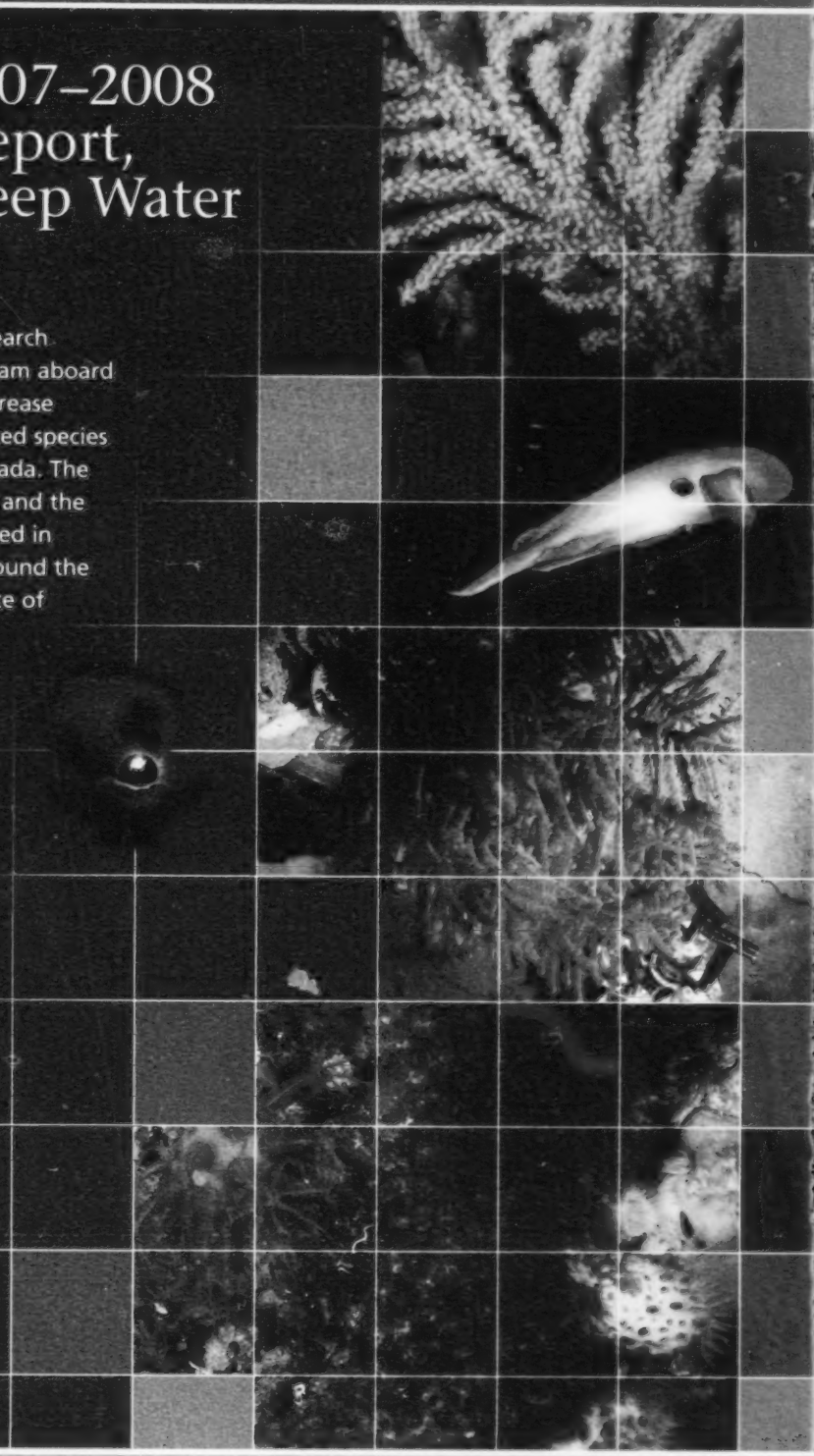
The Prix d'Excellence is DFO's most prestigious award honouring individuals and teams who have made exemplary contributions to the department. On May 31, 2007, awards were made to these employees of DFO Science Sector:

Award Recipient	Area of Excellence	Region	Reason for Award
Theresa Carolyn Dugas	Values and Ethics	Maritimes	Outstanding individual achievement in support of 60 employees of Canadian Hydrographic Service.
Sherry Niven Judy B. Simms	Valuing and Supporting People	Maritimes	Achievement as members of the Regional Diversity Advisory Committee and the creation of a healthier working environment for all DFO staff.
David Victor Gillman	Service Delivery	Central and Arctic	For leadership in conservation, stewardship and protection of national fishery resources by promoting ecosystem principles and watershed management approaches.
Richard D. Stanley	Service Delivery	Pacific	As part of the Integrated Groundfish Team for work to ensure the Pacific groundfish fisheries are biologically sustainable and economically viable.
Annette Anthony Christine Lemay Gordon Miller Pamela Olson Lynne Post Elva Simundsson	Service Delivery	All Regions	The Council of Fisheries and Oceans Librarians — for the innovation of "Waves," an online public information database.
Dr. Michael Chadwick	Policy and/or Science	Gulf	For outstanding leadership in fostering a thriving research community and collaboration with stakeholders to foster collaborative solutions among academia, industry, government and First Nations in the interests of marine life in the Gulf region.
Dr. Martin A. Bergmann Donna Laroque Oksana Schimnowski Vera Williams	Policy and/or Science	Central and Arctic, Pacific, National Capital Region	In conjunction with colleagues from Communications Branch, Human Resources, Coast Guard and Transport Canada, these DFO Science employees were honoured for their work facilitating a week-long broadcast of nightly newscasts and associated feature stories by CBC Television's *The National* from the 2006 Arctic expedition of the icebreaker, *CCGS Louis S. St-Laurent*.
Michael F. O'Connell	Policy and/or Science	Newfoundland and Labrador	For his work as the pre-eminent authority on Atlantic salmon fisheries and its lasting beneficial impacts and for his contributions to aquatic environmental science.
Sarah Cosgrove	Policy and/or Science	All Regions	As a member of the Bill C-45 Core Team, for its work to present a new bill to Parliament to update the *Fisheries Act*.

Coming in the 2007–2008 Science Annual Report, a report on the Deep Water Coral Project

During the summer of 2007, senior DFO research scientist Ellen Kenchington led a research team aboard the CCGS *Hudson* on a 21-day mission to increase knowledge of deep water coral and associated species along the continental slopes of Atlantic Canada. The excitement of the scientists at their findings and the fantastic deep sea images were communicated in extensive media coverage in Canada and around the world. Researchers from the Bedford Institute of Oceanography, the Northwest Atlantic Fisheries Centre and Memorial and Dalhousie Universities took part.

The ROPOS deepwater submersible was deployed in four areas of operation: the Gully Marine Protected Area, the Stone Fence Lophelia Conservation Area and surrounds, and on the southwest Grand Banks at Haddock Channel, Halibut Channel and Desbarres Canyon. The submersible collected more than 3000 high resolution digital images, over 10,000 high quality frame grabs and many hours of high resolution colour video. Here are some of those images.



Photos: from top to bottom

Seacorn (*Primnoa resedaeformis*) growing on a cliff face in the Gully Marine Protected Area. This species has been aged to 800 years and is very slow growing.

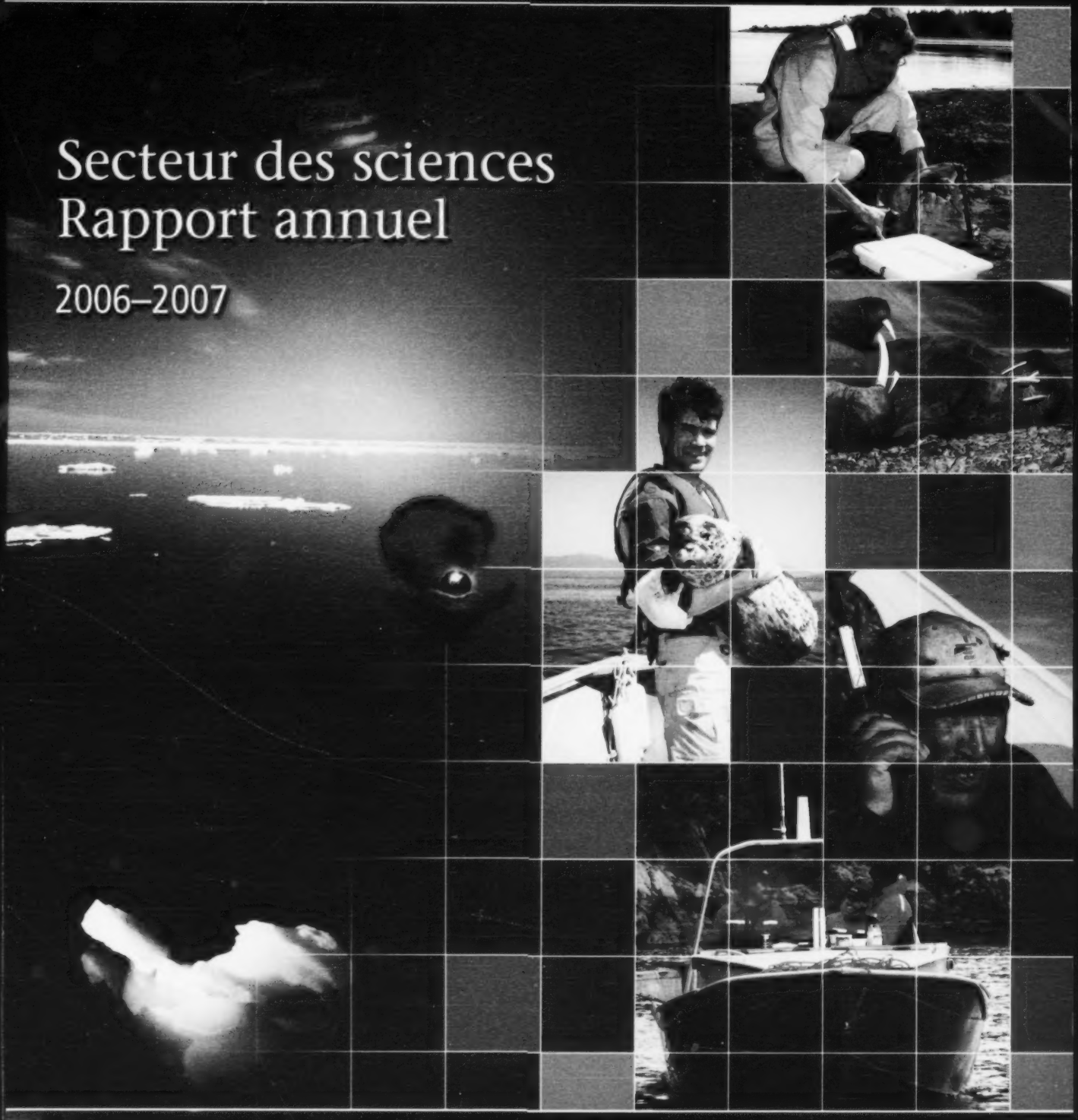
"Dumbo" – a metre-long octopus with head fins, found in the Sable Gully

***Antipatharian* coral (Black or Thorny coral) sampled by ROPOS on the southwest Grand Banks.**

Many different species of coral are captured in this 'garden' of coral' found in the deep waters along the continental slopes below the Stone Fence Lophelia Conservation Area.

Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada

Secteur des sciences
Rapport annuel
2006–2007



Canada

Publié par :

Direction générale des communications
Pêches et Océans Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0E6

MPO/2007-1354

© Sa majesté la Reine du Chef du Canada 2007

N° cat. Fs1-73/2007
ISBN 978-0-662-69920-0 paper

N° cat. Fs1-73/2007F-PDF
ISBN 978-0-662-09630-6 PDF

Imprimé sur du papier recyclé

La version électronique du présent rapport se trouve sur notre site Web : **www.dfo-mpo.gc.ca/science**

Pour obtenir de plus amples renseignements ou pour obtenir des exemplaires supplémentaires de ce rapport, veuillez communiquer avec le service des Communications de Pêches et Océans Canada à l'adresse ci-dessus ou par courrier électronique à l'adresse suivante : **info@dfo-mpo.gc.ca**
Tél. : 613-993-0999
Télécopieur : 613-990-1866
Téléimprimeur : 1-800-465-7735

Autorisation de reproduction : Sauf avis contraire, l'information contenue dans cette publication peut être reproduite, en totalité ou en partie et par quelque façon que ce soit, sans frais et sans autre autorisation de Pêches et Océans Canada, pourvu qu'une diligence raisonnable soit exercée afin d'assurer l'exactitude de l'information reproduite, que Pêches et Océans Canada soit mentionné comme la source de l'information et que la reproduction ne soit présentée ni comme version officielle ni comme une copie ayant été faite en collaboration avec Pêches et Océans Canada ou avec son consentement.

Reproduction dans un but commercial : Pour obtenir l'autorisation de reproduire l'information contenue dans cette publication dans un but commercial, veuillez envoyer un courriel à : **info@dfo-mpo.gc.ca**

Références photographiques :
Sauf indication contraire, toutes les photographies publiées dans le présent rapport sont protégées par les droits d'auteur de Pêches et Océans Canada. Les photographies de Pêches et Océans Canada peuvent être reproduites sans frais avec mention de la source. Dans le cas de photographies qui n'appartiennent pas à Pêches et Océans Canada, il faut obtenir la permission du photographe mentionné dans la référence photographique et des frais pourraient être exigés.

Sur la couverture du rapport annuel du Secteur des sciences, de haut en bas :

Chimiste au ministère des Pêches et des Océans (MPO), Jacqueline Arsenault du Centre des pêches du Golfe à Moncton, au Nouveau-Brunswick, prélève des échantillons de crevette grise (*Crangon septemspinosa*) au parc national Kouchibouguac. Les scientifiques du MPO travaillent en collaboration avec Environnement Canada afin d'élaborer des tests qui permettraient d'évaluer la toxicité des pesticides. Pour en savoir davantage sur les effets des substances polluantes sur les animaux aquatiques, consultez : **http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/Story/nl/pollutants_f.htm**

Les morses (*Odobenus rosmarus*) se prélassent au soleil sur un littoral rocheux de l'océan Arctique. Lorsqu'ils ont chaud, le débit sanguin à la surface de leur peau augmente pour permettre à leur température corporelle de se rétablir, ce qui donne à leur peau une teinte légèrement rosée. Pour en savoir davantage sur les morses et le travail du chercheur Rob Stewart de l'Institut des eaux douces à Winnipeg, consultez : **http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/Story/central_arctic/tracking_walrus_f.htm**

Le chercheur Peter Ross, de l'Institut des sciences de la mer à Sidney en Colombie-Britannique, prélève de petits échantillons de graisse sur des mammifères marins comme ce jeune phoque commun du Pacifique (*Phoca vitulina Richardsi*) afin de connaître les effets des contaminants sur les prédateurs en bout de chaîne, tels que le phoque et l'épaulard, dans l'océan Pacifique, le Puget Sound et le détroit de Georgie près de Vancouver. Pour en savoir davantage sur son travail, consultez : **http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/Story/quebec/killerwhales_f.htm**

Livee Qulualiq du Nunavut utilise un téléphone satellite Iridium afin de garder contact avec les siens pendant sa mission en mer. Ses connaissances de l'habitat et du comportement de la baleine boréale (*Balaena mysticetus*) ont été indispensables aux chercheurs qui sondaient l'Arctique de l'Est à la recherche de ces baleines. Des études ont été entreprises afin de mettre à jour les renseignements sur l'aire de distribution et la taille des populations de baleine boréale. Pour en savoir davantage sur la baleine boréale, consultez le rapport annuel du Secteur des sciences de cette année.

Au cours de la mission d'étude pluriannuelle sur la pêche de l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) au sud de l'île de Baffin, l'équipe coordonnée par le chercheur Tracey Loewen a passé de longues heures sur le terrain à recueillir des données et des échantillons. Les connaissances des Inuits de la région sur les zones de pêche ont été indispensables. Nous apercevons ici Andrew Nakashuk, un ancien employé du MPO qui travaille aujourd'hui au Service de la faune du Nunavut, accompagné de Sandra Courchesne et Simon Wiley, deux employés de la Gestion des pêches et de l'aquaculture du MPO, s'affairant sur les eaux. Pour en savoir davantage sur l'omble chevalier, consultez : **http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/Story/central_arctic/arctic_char_f.htm**

En toile de fond, une photo de Paul Galipeau montre l'océan bleu, le ciel et l'horizon de l'Arctique vus de la plate-forme du NGCC *Louis S. St-Laurent* à l'été 2006, où l'on avait atteint des records de chaleur, lors du voyage de recherche dans le passage du Nord-Ouest.
Photo : © Paul Galipeau.

Table des matières

Message de la sous-ministre adjointe du Secteur des sciences 3
Rôle stratégique du Secteur des sciences à Pêches et Océans Canada 5
Le Secteur des Sciences à l'échelle du Canada 6

SECTION 1 : ENJEUX PRIORITAIRES ET NOUVEAUX

Année polaire internationale et activités scientifiques portant sur l'Arctique 8
Les centres d'expertises face aux enjeux particuliers 10
Besoins en eau pour la consommation humaine et l'exploitation des sables bitumineux de l'Athabasca 10
Examen scientifique des effets environnementaux potentiels de l'aquaculture sur les écosystèmes aquatiques 11
Les tuniciers : catastrophe causée par des espèces aquatiques envahissantes dans l'Atlantique 12
Évaluation du risqué biologique lié aux tuniciers envahissants 13
Invasion d'eaux québécoises par la caprelle 14
Le lac Devil : préoccupation concernant le déplacement transfrontalier d'espèces envahissantes d'eau douce 14
Intervention des laboratoires du Programme national sur la santé des animaux aquatiques contre un virus touchant les poissons des Grands Lacs 15
Réponse à une question cruciale concernant les répercussions sur les poissons grâce à une expérience sur les perturbateurs du système endocrinien 15
Effets potentiels des pesticides sur le poisson 16
Conditions météorologiques extrêmes : amélioration des prévisions grâce à des modèles informatisés 17
Pou du poisson 18
La génomique et le saumon rouge de montaison tardive dans les eaux du fleuve Fraser 19

SECTION 2 : DES ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES QUI COMPTENT POUR LES CANADIENS

A: RECHERCHE CIBLÉE 22

Effet en cascade de la perte de prédateurs importants 22
Collaboration entre le Secteur des sciences et des chercheurs universitaires pour l'étude des changements à l'écosystème, du capelan et des oiseaux marins 23
Recherche axée sur l'évaluation des stocks de crabe des neiges 25
Survie et conservation des prises accessoires 25
Mission de recherche dans la mer des Sargasses 26
Poursuite des progrès en matière d'aquaculture multitrophique intégrée dans la baie de Fundy 27
Durée de vie du béluga, deux fois plus longue qu'on le croyait, déterminée grâce à une technique utilisant du carbone radioactif 28
Programme de recherche-développement en biotechnologie aquatique 28
Étude du saumon du Pacifique en mer 30
Étude du détroit de Georgie 30
Programme d'étude du saumon en haute mer 31

B: SURVEILLANCE 31

Surveillance aquatique au Canada : rapport de l'Équipe de surveillance de la mise en œuvre 31
Un programme de surveillance modèle 33
Surveillance dans le nord du Canada 33
Nombreux avantages de la modélisation des océans et des applications axées sur l'écosystème 34
Surveillance des eaux canadiennes à partir de l'espace 35
Le spectromètre MERIS et l'étude de la marée rouge 36
Changements considérables dans la composition de l'écosystème du sud du golfe du Saint-Laurent observés grâce à la surveillance à long terme 37
Mise en place d'un réseau de bouées acoustiques satellitaires pour la localisation en temps réel des baleines dans le Saint-Laurent 38
Espèces aquatiques envahissantes dans les Grands Lacs 38
Surveillance et évaluation du poisson de fond en Colombie-Britannique 39
Développement de nouvelles technologies pour les relevés visuels des sébastes 40

C: FORMULATION D'AVIS 41

Avis à l'appui de la *Loi sur les espèces en péril* dans les Grands Lacs 41
Évaluation de la distribution et de la structure sociale de l'épaulard dans les eaux de Terre-Neuve-et-Labrador 42
Évaluation de la population de baleine boréale dans l'est de l'Arctique canadien 43
Étude des populations résidentes de phoque et travaux de forage dans la mer de Beaufort 44
Avis scientifiques sur les populations de narval, de flétan du Groenland et de béluga dans l'Artique 46
Plan d'action du Canada pour les océans : le Secteur des sciences à l'appui de la gestion intégrée 46
Évaluation de l'écosystème de la mer de Beaufort – aperçu et rapport intégral 47
La cartographie des espèces en péril : nouvel outil pour la conservation et la gestion de habitat 47
Évaluation des espèces aquatiques envahissantes : le poisson à tête de serpent au Canada 48
Entente canado-américaine sur le merlu du Pacifique 49
Détermination de la diversité biologique du saumon sauvage du Pacifique sous le régime de la politique concernant le saumon sauvage 50

D: GESTION DES DONNÉES ET DE L'INFORMATION 51

Archivage de 1 million d'observations par mois et leur nombre va en augmentant! 51

E: PRODUITS DE DONNÉES ET SERVICES 52

GéoPortail 52
Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS) 52
Implantation d'un nouvel outil cartographique au SHC 53
Journée mondiale de l'hydrographie 54
Sciences des océans – Service hydrographique du Canada sur la scène internationale 54
Promotion stratégique des sciences 55

SECTION 3 : RECONNAISSANCE DE L'EXCELLENCE

Publications 58
Prix Nobel de la paix au Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 60
Distinctions 61

Message de la sous-ministre adjointe du Secteur des sciences

Je suis ravie de féliciter un groupe de mes vaillants collègues pour le prix Nobel qu'ils ont remporté. Je suis extrêmement fière des travaux réalisés par les scientifiques du ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO) au sein du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) – colauréat du prix avec l'ancien vice-président des États-Unis Al Gore. Nos connaissances sur l'écosystème arctique, son climat et les océans n'ont jamais été aussi essentielles et ces scientifiques – trop nombreux pour que je les nomme ici – ont apporté à la science planétaire une contribution inestimable. Ils ont révolutionné les connaissances mondiales sur les processus climatiques et l'intervention de notre société sur ce front. Le prix Nobel a été annoncé en octobre 2007, longtemps après la fin de l'exercice visé par le présent rapport, mais je ne peux laisser passer l'occasion de féliciter mes collèges et le GIEC dans son ensemble et de souligner leurs travaux exceptionnels. Nous ferons état de leur contribution dans la section « Reconnaissance de l'excellence » du présent rapport. Pour en apprendre davantage, je vous invite instamment à lire le sommaire du rapport du GIEC.*

Partout dans le monde, les chefs de file de la recherche aquatique, parmi lesquels figurent de nombreux Canadiens, préconisent une approche dynamique et multidisciplinaire axée sur l'écosystème pour gérer les répercussions des activités humaines sur les ressources aquatiques. Nous estimons que cette approche convient pour interpréter les phénomènes observés dans les océans du Canada, notamment les modifications touchant l'écosystème, les changements océanographiques, l'effondrement des stocks de poissons de fond sur la côte Est et les fluctuations de la remontée des stocks de saumon sur la côte Ouest de même que la gestion des écosystèmes d'eau douce.

Cette année, le Secteur des sciences de Pêches et Océans Canada a pris des mesures pour poursuivre sa progression grâce à une approche scientifique axée sur l'écosystème, qui est expliquée à l'intention de nos clients et des intervenants dans le rapport intitulé *Pour un nouveau cadre scientifique écosystémique en faveur d'une gestion intégrée*. Cette approche met l'accent sur les principales relations existant dans la nature, le mode d'interaction entre les différentes activités humaines et l'incidence de l'humain sur les écosystèmes aquatiques. Elle aidera nos scientifiques à donner des conseils essentiels sur les écosystèmes aquatiques et les répercussions des activités humaines sur ces écosystèmes pour permettre une gestion intégrée des différentes activités liées aux pêches, aux transports, à l'aquaculture, à l'habitat et aux ressources océaniques ainsi qu'au rétablissement des espèces en péril et à la prospection pétrolière et gazière.

Les principales activités du Secteur des sciences du MPO – la recherche, la surveillance et la consultation – sont orientées vers l'utilisation d'une approche multidisciplinaire préventive

reposant sur des règles et des indicateurs et faisant appel à des outils d'évaluation du risque et à des pratiques exemplaires pour l'évaluation cumulative des écosystèmes. Les intervenants, au sein du Ministère et à l'extérieur, remarqueront que nous nous attachons davantage à fournir des données sur les écosystèmes qu'à communiquer de l'information sur un seul stock ciblé ou une seule activité humaine. D'autres activités de base du Secteur des sciences – la gestion des données et de l'information, ainsi que les produits de données et les services – nous aident dans cette voie et nous continuons de les mener à l'intention des Canadiens.

Au cours de l'année, nous avons continué à mettre sur pied des centres d'expertise pour concentrer les efforts de recherche sur les grands enjeux prioritaires où il est particulièrement efficace de s'associer, à la fois avec d'autres entités du Ministère ainsi qu'avec des universités, d'autres ministères et d'autres administrations publiques, pour obtenir des résultats.

Par ailleurs, j'étais enchantée de représenter le MPO lors de la signature d'une lettre d'entente sur la collaboration scientifique avec l'Espagne en vue de la réalisation de projets de recherche sur les écosystèmes et les pêches, l'aquaculture et la génomique, la santé des animaux aquatiques et les espèces envahissantes aquatiques.

Je suis convaincue que les Canadiens doivent absolument prendre conscience de l'importance et de la pertinence du Secteur des sciences du MPO. Le présent rapport s'inscrit dans les efforts déployés à cette fin, tout comme notre brochure intitulée *Des activités scientifiques qui comptent pour les Canadiens*, laquelle renseigne les nouvelles recrues, nos collaborateurs et tous les Canadiens sur nos activités.

La sous-ministre adjointe,
Secteur des sciences, Pêches et Océans Canada,

Wendy Watson-Wright

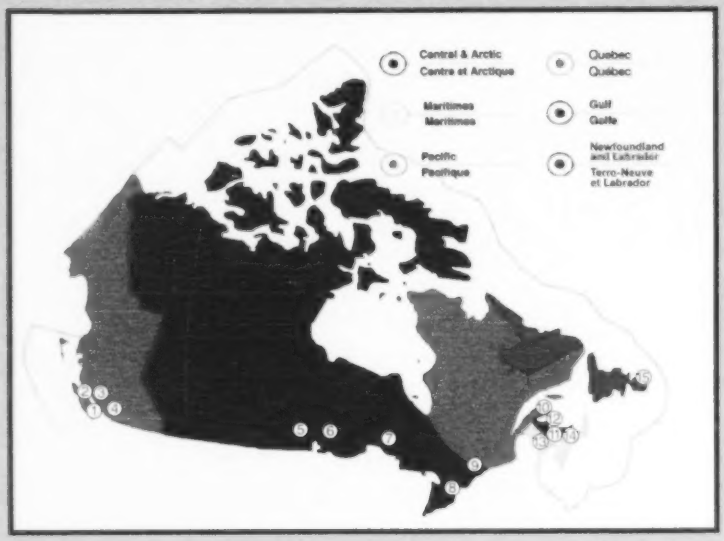
*Pour en apprendre d'avantage, consultez le : www.ipcc.ch/languages/french.htm

Rôle stratégique du Secteur des sciences à Pêches et Océans Canada

Dépenses affectées aux activités scientifiques selon le résultat stratégique

Résultats stratégiques de Pêches et Océans Canada						
Voies navigables sûres et accessibles (VNSA)		Pêches et aquaculture durables (PAD)		Écosystèmes aquatiques sains et productifs (EASP)		
Thèmes scientifiques nationaux : État des écosystèmes aquatiques – Effets des activités humaines – Sûreté, sécurité et souveraineté						
Activités scientifiques portant sur l'état des écosystèmes aquatiques		**Activités scientifiques sur les pêches et l'aquaculture durables et productifs**		**Activités scientifiques portant sur les écosystèmes aquatiques sains et productifs**		**Dépenses réelles en 2006-2007 (millions de $)**
Prestation de produits et services pour la navigation	34,8	Surveillance et évaluation de l'état des ressources halieutiques	88,1	Évaluation des effets du développement sur les écosystèmes aquatiques	17,2	
Soutien de la sûreté et de la sécurité maritimes ainsi que de la souveraineté canadienne	3,5	Soutien de l'évaluation et du rétablissement des espèces en péril	7,0	Évaluation des ecosystems aquatiques et soutien de la gestion intégrée des océans	44,4	
		Recherche sur les espèces aquatiques envahissantes et surveillance des maladies chez les animaux aquatiques	20,4	Surveillance, compréhension et prédiction des variations et du changement du climat	6,8	—
		Soutien de l'aquaculture durable et compréhension des interactions entre l'environnement	13,4			
		Application des principes de génomique et de biotechnologie aux écosystèmes aquatiques	3,8	—		
		Contribution à la gestion des sciences au MPO et au sein du gouvernement du Canada	19,1			TOTAL
Total partiel :	**38,3**		**151,8**		**68,4**	**258,5**
Fonctions scientifiques nécessaires pour appuyer les activités scientifiques : recherche, surveillance, processus consultatif, produits et services ainsi que gestion des données						

Le Secteur des sciences à l'échelle du Canada

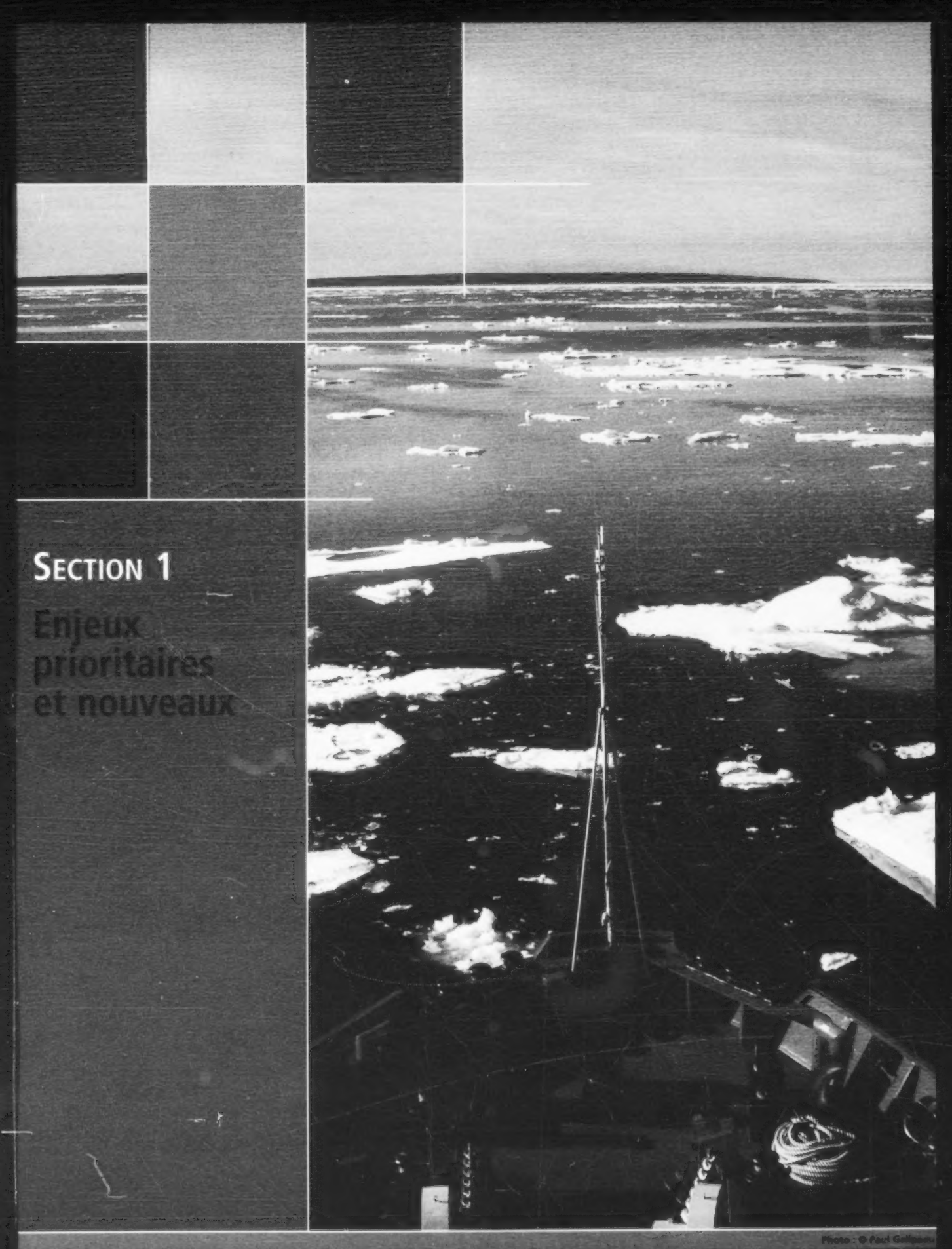


Carte du Canada indiquant l'emplacement des instituts scientifiques

1 Institut des sciences de la mer (Sidney)
2 Station biologique du Pacifique (Nanaimo)
3 Centre de recherche sur l'aquaculture et l'environnement (Vancouver)
4 Laboratoire de recherche sur le saumon de Cultus Lake (Cultus Lake)
5 Institut des eaux douces (Winnipeg)
6 Région des lacs expérimentaux (nord de l'Ontario)
7 Centre de contrôle de la lamproie de mer (Sault Ste. Marie)
8 Institut Bayfield (Burlington)
9 Service hydrographique du Canada (Ottawa)
10 Institut Maurice-Lamontagne (Mont-Joli)
11 Centre des pêches du Golfe (Moncton)
12 Laboratoire de bioconfinement des agents pathogènes propres aux animaux aquatiques de Charlottetown (Charlottetown)
13 Station biologique de St. Andrews (St. Andrews)
14 Institut océanographique de Bedford (Dartmouth)
15 Centre des pêches de l'Atlantique nord-ouest (St. John's)

Le Secteur des sciences sur l'eau

Sur l'eau, le Secteur des sciences compte aussi sur la Garde côtière canadienne (GCC) pour mener à bien son programme scientifique, y compris la recherche sur les pêches, la biodiversité et l'habitat, l'évaluation des stocks, la recherche océanographique et les relevés hydrographiques effectués par les chercheurs du MPO, d'autres ministères et des universités. Les projets de recherche marine réalisés dans l'Arctique par le Canada pour son propre compte ou celui de la communauté internationale sont appuyés par des chalutiers de recherche, des navires de levés océanographiques et hydrographiques et des navires de recherche de plus petite taille, auxquels s'ajoutent les brise-glaces de la Garde côtière, dont le navire amiral de la flotte, le NGCC *Louis S. St-Laurent*.



Section 1

Enjeux prioritaires et nouveaux

Photo : © Paul Gallipeau

En vertu de son mandat, le Secteur des sciences du MPO mène des travaux de recherche, joue un rôle consultatif et assure des services en mettant l'accent sur les enjeux scientifiques prioritaires qui peuvent se présenter soudainement ou s'imposer en tête de liste de son programme d'action à long terme. La présente section donne un aperçu des enjeux qui ont occupé une place importante dans ce programme dans toutes les régions du pays en 2006-2007.

Année polaire internationale et activités scientifiques portant sur l'Arctique

Le Secteur des sciences du MPO est un participant majeur de l'Année polaire internationale (API), qui s'échelonne sur une période de 24 mois ayant débuté en mars 2007. À l'époque, le gouvernement du Canada a annoncé pour l'API l'octroi de 150 millions de dollars répartis sur six ans, dont 100 millions pour 44 projets de recherche scientifique. L'API offre une occasion tout à fait exceptionnelle d'acquérir de nouvelles connaissances scientifiques sur le Nord canadien et de renforcer la position de chef de file du Canada en matière de recherche sur l'Arctique. Les scientifiques du MPO jouent un rôle de premier plan parmi les partenaires nationaux et internationaux pour aider à mieux comprendre l'incidence des océans sur le climat mondial ainsi que les répercussions de la variabilité du climat et du changement climatique sur les écosystèmes marins de l'Arctique.

L'API, qui met à contribution des milliers de scientifiques et de chercheurs issus de plus de 60 pays, représente le programme international de recherche scientifique le plus vaste jamais mené sur les régions polaires. On peut en apprendre davantage sur le programme du gouvernement du Canada pour l'API en consultant le site Web de l'API **http://www.api-ipy.gc.ca**

Des chanteuses de gorge inuites au lancement canadien de l'Année polaire internationale à Ottawa

Le MPO est à l'avant-garde et il participe à plusieurs projets de recherche marine, entre autres les six projets suivants financés par le gouvernement du Canada pour l'API :

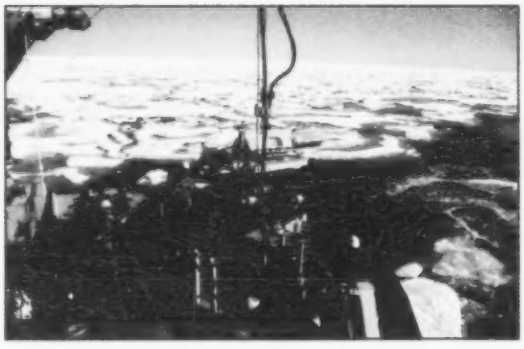
Projet	Chercheur principal	Financement
Les trois océans du Canada	Eddy Carmack	6,4 M$
Étude de la circulation dans l'archipel canadien	Humfrey Melling	3,4 M$
Variabilité du climat et répercussions du changement climatique sur l'omble chevalier dans l'Arctique	James Reist	2 M$
Le réchauffement planétaire et les mammifères marins de l'Arctique	Steven Ferguson	350 000 $
Incidences des tempêtes violentes et du changement climatique sur les processus océanographiques dans l'Arctique	William Perrie	500 000 $
Étiquetage des bélugas à l'échelle de l'Arctique	Michael Hammill	500 000 $

Nombre de Canadiens, en particulier des élèves, des enseignants et des universitaires œuvrant dans des domaines connexes, souhaitent vivement obtenir de l'information détaillée sur les initiatives scientifiques réalisées dans l'Arctique. Pour en apprendre davantage, on peut consulter le portail sur les sciences nordiques **http://www.sciences.gc.ca**

Le portail Recherche sur l'Arctique du Secteurs des sciences **http://www.dfo-mpo.gc.ca/regions/central/science/arcres/index_f.htm** constitue une précieuse mine de renseignements sur le sujet.

Le Secteur des Sciences prépare un sommaire des initiatives scientifiques canadiennes à l'intention de l'Arctic Ocean Sciences Board (AOSB), organisme non gouvernemental composé de membres et de participants issus d'organismes de recherche et d'organisations gouvernementales de nombreux pays. Ce sommaire est affiché en ligne **www.aosb.org (en anglais seulement)**

ArcticNet et le NGCC *Amundsen*
Des chercheurs du MPO participent à ArcticNet, réseau de centres d'excellence du Canada qui contribuent à l'acquisition et à la diffusion des connaissances nécessaires pour élaborer les stratégies d'adaptation et les politiques nationales qui aideront les Canadiens à faire face aux répercussions du changement climatique et de la mondialisation de l'Arctique et à tirer parti des possibilités qui en découlent. Le navire de recherche du MPO *NGCC Amundsen* est un élément essentiel de cet effort multidisciplinaire. Le portail d'ArcticNet **www.arcticnet-ulaval.ca** constitue une autre excellente source d'information sur les sciences de l'Arctique.
Photo : © ArcticNet



Essais d'une technologie de relevé du plancher océanique
Dans le cadre de la mission scientifique de 2006 à bord du NGCC *Louis S. St-Laurent*, des chercheurs ont lancé un canon sismique pour en tester la conception. Il s'agit de l'une des technologies mises au point pour effectuer des relevés du plancher océanique dans l'Extrême-Arctique.
Voir la page 53 pour de plus amples renseignements.

The National de la télévision de CBC – périple par le Passage du Nord-Ouest
En juillet 2006, une équipe de journalistes du bulletin de nouvelles *The National* du réseau de télévision CBC, a traversé le passage du Nord-Ouest en compagnie de l'équipe du Secteur des sciences du MPO à bord du *NGCC Louis S. St-Laurent*. Les observations de Claire Martin, météorologue à CBC, étaient dans le ton, car la température maximum a atteint des niveaux record au cours du voyage. Pour en apprendre davantage, on peut visionner les reportages en ligne **www.cbc.ca/news/background/northwest-passage/index.html (en anglais seulement)**

Les centres d'expertise face aux enjeux particuliers

Certains enjeux aquatiques qui surgissent rapidement exigent l'attention de spécialistes. Ils peuvent découler d'une modification extrême des régimes océaniques, de la présence d'espèces envahissantes ou d'autres phénomènes attribuables à la nature ou aux activités humaines. Le Secteur des sciences du MPO a récemment créé des centres d'expertise, qui peuvent mettre à profit des compétences scientifiques spécialisées face à différents enjeux, notamment les répercussions environnementales éventuelles des pesticides, l'incidence de l'hydroélectricité sur le poisson et son habitat, la recherche sur la santé des animaux aquatiques, les diagnostics connexes ainsi que l'analyse des produits chimiques. On a recours à ces spécialistes principalement pour étudier les enjeux prioritaires ou nouveaux comme ceux décrits dans la présente section. On peut en apprendre davantage dans le site Web du MPO **http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/coe/index_f.htm**

Besoins en eau pour la consommation humaine et l'exploitation des sables bitumineux de l'Athabasca

La consommation d'eau domestique, industrielle et agricole va en augmentant au Canada, ce qui sollicite de plus en plus nombre de fleuves, de rivières et de lacs. L'extraction du pétrole des sables bitumineux de l'Athabasca, en Alberta, est un exemple digne de mention des besoins en eau croissants.

Comme le MPO a pour mandat de protéger le poisson et son habitat, il doit prendre des décisions en ce qui concerne la quantité d'eau que l'on peut extraire tout en préservant les écosystèmes aquatiques naturels. Le domaine des normes de débit minimal fait appel à l'expertise des hydrologistes, des ingénieurs et des biologistes pour comprendre le lien entre l'habitat du poisson et le débit. Il faut pouvoir compter sur un éventail complexe d'outils et de données pour élaborer les modèles hydrauliques utilisés afin de prédire les modifications à l'habitat du poisson par suite de la modification des régimes d'écoulement.

En 2007, le Secteur des sciences du MPO a tenu plusieurs ateliers sur le débit affluent dans les cours d'eau ou y a participé, notamment il a fourni des conseils sur l'outil d'aide à la décision concernant les séquences des effets du Programme de gestion de l'habitat ainsi que sur le guide à l'intention des praticiens et les outils d'aide à la décision de ce programme, en plus de tenir deux réunions au Centre d'expertise sur l'hydroélectricité et ses impacts sur le poisson et l'habitat du poisson – celle du groupe de travail de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale sur les effets de l'hydroélectricité sur l'habitat du poisson et un atelier conjoint de MPO et du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) sur la modification des régimes d'écoulement – ainsi qu'un atelier pour l'examen par des pairs d'un cadre de gestion des eaux du MPO et du ministère de l'Environnement d'Alberta pour le cours inférieur de la rivière Athabasca dans la région des sables bitumineux du nord de cette province.

Dans ce dernier cas, la province d'Alberta et le MPO ont effectué beaucoup de recherche et d'analyse de données et élaboré l'ébauche d'un plan de gestion des eaux. Les scientifiques du gouvernement et du milieu universitaire ont examiné l'ébauche et les conclusions à la lumière de toutes les données disponibles et des connaissances scientifiques actuelles. La haute direction a reçu des conseils concernant les conclusions de l'examen pour aider les organismes de réglementation à prendre des décisions éclairées concernant les besoins en eau liés à l'exploitation des sables bitumineux. On peut trouver le compte rendu des réunions d'examen par les pairs dans le site Web du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) **http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas**

Un chercheur prélève une carotte de sédiments. Les études de sédiments font partie intégrante des études d'impact sur l'environnement comme celle que l'on réalise actuellement sur le cours inférieur de la rivière Athabasca.

Examen scientifique des effets environnementaux potentiels de l'aquaculture sur les écosystèmes aquatiques

Les études de la série État des connaissances, qui portent sur la pisciculture et la conchyliculture marines ainsi que sur l'aquaculture en eau douce, présentent l'examen scientifique des effets potentiels de l'aquaculture sur les écosystèmes aquatiques. Les deux derniers volumes, soit le quatrième et le cinquième, ont été produits en 2006. Ils abordent les sujets suivants :

- le rôle du génotype et de l'environnement dans la différenciation phénotypique chez les salmonidés sauvages et d'élevage;
- les interactions pathologiques entre les poissons sauvages et d'élevage dans le milieu marin au Canada;
- les interactions trophiques entre les poissons marins sauvages et d'élevage;
- les interactions comportementales entre le saumon d'élevage et le saumon sauvage – effets possibles sur les populations sauvages;
- un aperçu général des impacts écologiques d'aquaculture d'eau douce au Canada;
- un examen scientifique de l'élevage de bivalves : interaction entre les espèces d'élevage et les espèces sauvages.

Les articles rédigés sous l'égide de scientifiques du MPO dans le cadre de cette série font le point sur l'information scientifique et recensent les lacunes au chapitre des connaissances ainsi que les besoins en recherche. Le ministère s'appuiera sur cette précieuse information pour orienter son programme de recherche sur les interactions entre l'aquaculture et l'environnement. Le résumé des cinq volumes est affiché dans le site Web du MPO **http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/environmental-environnement/aquaculture_f.htm**

Un chercheur en génomique du MPO travaille dans le laboratoire de l'Institut des eaux douces à Winnipeg.

Les tuniciers : catastrophe causée par des espèces aquatiques envahissantes dans l'Atlantique

Les tuniciers envahissants, communément appelés « seringues de mer », menacent gravement l'environnement aquatique et l'économie du Canada. Ces espèces aquatiques destructrices qui provoquent un déplacement d'espèces indigènes et encrassent le matériel d'aquaculture, la coque des navires et l'infrastructure portuaire entraînent des coûts élevés. Certains tuniciers ressemblent à des boules de gélatine et d'autres, à des outres en caoutchouc. L'arrivée récente de quatre espèces de tuniciers et leurs graves répercussions sur l'industrie de la moule de culture à l'Île-du-Prince-Édouard et en Nouvelle-Écosse font craindre que des espèces envahissantes causent des problèmes similaires dans d'autres domaines importants de l'aquaculture et que l'industrie canadienne de la pêche en souffre aussi.

En plein cœur de cette catastrophe, on élabore des programmes de recherche et de surveillance pour donner des conseils à l'industrie et aux organismes gouvernementaux sur les stratégies de gestion des espèces aquatiques envahissantes. Les activités de surveillance mettent l'accent sur la détection précoce et le mode de propagation de ces espèces. Toutes les régions de la côte atlantique coordonnent leurs efforts pour recueillir et mettre en commun l'information de façon efficace. Elles bénéficient d'un projet pilote sur la coordination et l'appui en matière de taxonomie dans la région du golfe. Les activités de recherche vont de la biologie fondamentale à l'interaction avec l'écosystème en passant par les mesures d'atténuation. L'information ainsi recueillie aide aussi à élaborer les procédures d'analyse de risque et d'intervention rapide. D'ailleurs, on utilise déjà ces procédures dans le cadre des stratégies de gestion, plus précisément pour répondre aux demandes d'introduction et de transfert de mollusques ou de crustacés.

Ciona intestinalis recouvre de jeunes huitres.

Afin d'aider l'industrie de la moule en cette période difficile, plusieurs organismes coordonnent des projets de recherche-développement novateurs pour maximiser leurs contributions respectives. On a déjà mis à profit l'information sur les caractéristiques biologiques des tuniciers, afin d'établir des lignes directrices efficaces en ce qui touche le transfert de moules et d'autres espèces des eaux infestées vers des eaux exemptes des espèces aquatiques envahissantes, tout en réduisant le risque de nouvelles introductions ou de propagation accrue de ces espèces.

À Moncton, au Nouveau-Brunswick, Daniel Bourque pilote en collaboration avec Jeff Davidson, du Collège vétérinaire de l'Atlantique, un projet de recherche visant à déterminer le risque de propagation par les usines de transformation. Grâce à ce projet, le secteur de la transformation a accès à des renseignements essentiels pour réduire le risque d'introduction d'espèces aquatiques

envahissantes dans les eaux réceptrices. M. Bourque collabore également avec Neil MacNair, du ministère des Pêches et de l'Aquaculture de l'Île-du-Prince-Édouard, et Benedikte Vercaemer à un projet de recherche comparant les cycles reproducteurs de *Ciona intestinalis* à l'Île-du-Prince-Édouard et en Nouvelle-Écosse.

Andrea Locke dirige un projet de recherche sur la dispersion naturelle des tuniciers à l'aide de modèles océanographiques mis au point par Joel Chassé. Ce projet permettra de recueillir des renseignements indispensables pour les analyses de risque. Thomas Landry et Chris McKindsey dirigent un projet visant à examiner l'effet des activités humaines sur la capacité des tuniciers envahissants à s'établir et à se développer à l'Île-du-Prince-Édouard. Les projets de recherche sur les tuniciers envahissants, notamment ceux susmentionnés, aideront à mettre sur pied un programme rigoureux et efficace de lutte contre les espèces aquatiques envahissantes au profit de tous les Canadiens.

Stephanie Howes de l'Institut océanographique de Bedford tient un spécimen d'ascidie jaune *(Ciona intestinalis)*

Évaluation du risque biologique lié aux tuniciers envahissants

Compte tenu des graves répercussions sur l'aquaculture et la biodiversité, le Centre d'expertise pour l'analyse des risques aquatiques a procédé, sous la gouverne de Tom Therriault et de Matthias Herborg, du bureau du MPO dans la Région du Pacifique, à une évaluation des risques pour aider les gestionnaires et les responsables de l'élaboration des politiques. Ils ont étudié cinq espèces de tuniciers, soit trois espèces coloniales – botrylle étoilé *(Botryllus schlosseri)*; botrylloïde violet *(Botrylloides violaceus; Didemnum sp.)* – et deux espèces solitaires – ascidie plissée *(Styela clava)* et ascidie jaune *(Ciona intestinalis)*.

Les chercheurs ont évalué les risques biologiques pour chaque espèce sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique en s'appuyant sur l'information tirée des résumés biologiques, de la modélisation des créneaux environnementaux et d'un sondage d'opinion auprès de spécialistes. Exception faite de *C. intestinalis* sur la côte Ouest, qui pose un risque écologique modéré, on estime que toutes les espèces présentent un risque écologique élevé sur les deux côtes, tandis que les conséquences génétiques sont considérées comme modérées dans tous les cas. Les chercheurs ont aussi étudié les risques posés par les organismes pathogènes, parasites ou associés. Des spécialistes internationaux des tuniciers, des espèces aquatiques envahissantes et de l'aquaculture ont examiné les résultats lors d'un atelier tenu en mars 2007 à Charlottetown, à l'Île-du-Prince-Édouard. À l'heure actuelle, on intègre les commentaires et les décisions découlant de cette réunion à une évaluation finale qui sera publiée sous forme de document de recherche du Secrétariat canadien de consultation scientifique.

Invasion d'eaux québécoises par la caprelle

Dans le golfe du Saint-Laurent, la baie des Chaleurs et les îles de la Madeleine, on peut trouver 200 000 caprelles *(Caprella mutica)* sur une superficie d'à peine un mètre carré. Cet amphipode envahissant originaire de la mer du Japon mesure 35 mm de long. Des travaux réalisés à l'Institut Maurice-Lamontagne par Marcel Fréchette, Bernard Sainte-Marie et Christian Turcotte, en collaboration avec des éleveurs de moules de la baie des Chaleurs, devraient aider à comprendre la nature des interactions entre *C. mutica* et les moules et à trouver des moyens de contrôler cette « épidémie ». Après le stade de larves flottantes, les moules se transforment en naissains, stade juvénile au cours duquel elles se fixent à des surfaces comme les algues ou les cordes pour se développer. *C. mutica* peut nuire au prélèvement et à la croissance des naissains de moules par différents mécanismes, notamment en exerçant une prédation directe sur les larves de moules ou les naissains récemment formés, en leur faisant concurrence pour l'espace et la nourriture sur les collecteurs ou autour et en interférant avec l'alimentation des jeunes moules. Les travaux réalisés jusqu'à présent ont permis de mieux comprendre les caractéristiques biologiques de la caprelle, mais les résultats ne sont pas concluants en ce qui a trait aux effets de *C. mutica* sur les naissains de moules.

Spécimens de *Caprella mutica* mâles

Le lac Devil : préoccupation concernant le déplacement transfrontalier d'espèces envahissantes d'eau douce

À l'heure actuelle, des chercheurs du MPO étudient les agents pathogènes et les parasites du poisson sous l'égide de la Commission mixte internationale. Conformément au mandat conféré au ministère en vertu de la *Loi sur les pêches*, le but est d'aider à prendre des décisions éclairées dans le cadre d'une intervention à l'égard d'un différend entre les États-Unis et le Canada. Le litige porte sur la dérivation en juin 2007 des eaux du lac Devil, auparavant enclavé, dans la rivière Sheyenne via un canal de fuite dépourvu de filtre construit par l'État du Dakota du Nord. Les eaux de dérivation non filtrées entrent dans le bassin de la rivière Rouge par la rivière Sheyenne et par le fait même dans le bassin hydrographique de la baie d'Hudson, ce qui contrevient manifestement au *Traité des eaux limitrophes internationales*. Le Canada craint les effets nocifs sur l'environnement d'eau douce, notamment l'afflux de contaminants chimiques et de métaux lourds ainsi que d'espèces aquatiques envahissantes, d'agents pathogènes et de parasites des eaux de dérivation du lac Devil.

Pendant au moins dix siècles, le lac Devil était séparé du bassin de la rivière Rouge en raison de son élévation et du niveau d'eau. Ces dernières années, le niveau d'eau de ce lac du Dakota du Nord a monté de sept mètres et, depuis les années 1990, il déborde chaque année. En vertu d'un énoncé conjoint publié par les deux administrations fédérales en 2005, les autorités américaines se sont engagées à construire un système de filtration. Pourtant, l'État du Dakota du Nord a mis en service le système de dérivation des eaux de crue sans dispositif de filtration.

On peut en apprendre davantage en consultant les fiches d'information (en anglais seulement) publiées par le gouvernement du Canada **http://geo.international.gc.ca/can-am/washington/shared_env/devilslake-en.asp#factsheets**

Intervention des Laboratoires du Programme national sur la santé des animaux aquatiques contre un virus touchant les poissons des Grands Lacs

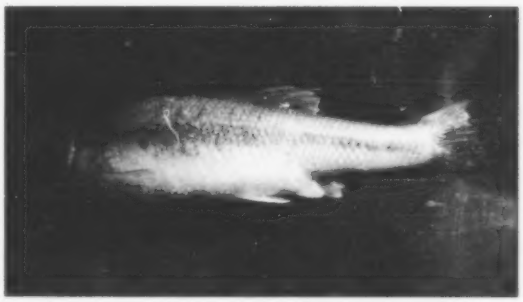
Un virus mortel qui s'attaque aux poissons des Grands Lacs provoque une mortalité massive chez de nombreuses espèces et se propage rapidement dans d'autres voies d'eau. La septicémie hémorragique virale (SHV), détectée pour la première fois dans le lac Ontario en 2005, a été observée par la suite dans tous les Grands Lacs sauf le lac Supérieur, de même que dans des eaux intérieures des États de New York, du Wisconsin et du Michigan.

On ne sait pas avec certitude quand et comment cet agent pathogène a été introduit dans les lacs, mais des caractérisations génétiques effectuées par les scientifiques du MPO à la Station biologique du Pacifique (SBP) ont permis de recueillir des données montrant que le virus est étroitement associé à une souche trouvée dans l'eau de mer au large de la côte du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse, ce qui donne à penser qu'il est entré par la côte Est de l'Amérique du Nord. En plus de mener des études génétiques, les scientifiques de la SBP explorent des méthodes de détection des virus améliorées et s'efforcent de déterminer la période pendant laquelle le virus est stable dans différentes conditions environnementales pour mieux comprendre les voies de transmission éventuelles.

La SHV ne présente aucun danger pour l'homme, mais elle pourrait avoir de graves répercussions sur les pêches commerciales et récréatives dans les Grands Lacs et les autres bassins hydrologiques à l'échelle de l'Amérique du Nord. Afin de limiter sa propagation, le MPO, en collaboration avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) sous l'égide du Programme national sur la santé des animaux aquatiques, a mis en place un programme de surveillance pour documenter la répartition géographique du nouvel agent pathogène et mieux comprendre les mécanismes de transfert du virus. La surveillance est effectuée en collaboration avec les représentants des États-Unis, où une initiative similaire est en cours. Cet effort bilatéral permet de déterminer l'état des populations de poissons d'eau douce d'élevage et sauvages au Canada et aux États-Unis en ce qui a trait à l'infection par le virus de la SHV. Il rétablira ainsi la confiance des partenaires commerciaux à l'égard du poisson frais et des produits du poisson provenant des régions exemptes du virus. On peut en apprendre davantage dans le site Web du MPO **http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/aquaculture/aah_f.htm** et dans celui de l'ACIA **http://www.inspection.gc.ca/francais/anima/aqua/virsep/virsepf.shtml**

Réponse à une question cruciale concernant les répercussions sur les poissons grâce à une expérience sur les perturbateurs du système endocrinien

Les eaux d'égout municipales renferment différents produits chimiques, y compris des traces de médicaments d'ordonnance et d'hormones. L'éthynylestradiol, principal ingrédient des contraceptifs oraux, est l'un de ces composés. Les installations de traitement des eaux usées éliminent efficacement l'éthynylestradiol et d'autres médicaments,



Tête-de-boule mâle possédant un ovipositeur de femelle

mais des traces de ces substances peuvent être rejetées dans les milieux récepteurs d'eau douce. Les poissons mâles qui vivent dans les eaux en aval présentent parfois des caractéristiques féminines. Cette féminisation a été liée à la présente de faibles niveaux d'éthynylestradiol.

Dans le cadre d'un projet dirigé à l'origine par Karen Kidd, des chercheurs de la Région des lacs expérimentaux du MPO, dont Paul Blanchfield, Ken Mills, Vince Palace et Mike Paterson, se sont efforcés de déterminer si les mâles présentant des caractéristiques féminines influent sur la capacité de reproduction et la viabilité globales des populations, car il s'agit là d'une question cruciale.

Entre 2001 et 2003, ils ont ajouté de l'éthynylestradiol dans le lac 260, dans la Région des lacs expérimentaux, à des concentrations suffisantes pour modifier l'environnement. Les chercheurs ont étudié les effets de l'éthynylestradiol chez plusieurs espèces de poissons qui vivent dans ce lac. Les changements biochimiques ont été le plus importants chez les espèces de ménés, particulièrement le tête-de-boule. En effet, les têtes-de-boule mâles ont rapidement acquis des caractéristiques féminines : après deux ans on trouvait très peu de mâles normaux au sein de cette population, ce qui a eu pour effet de diminuer considérablement la reproduction, si bien que l'espèce a presque disparu du lac où l'on avait ajouté l'éthynylestradiol. De plus, on a observé une diminution de l'adiposité et du taux de survie du touladi, probablement parce qu'ils avaient moins de ménés pour se nourrir.

Cette expérience canadienne, la première du genre dans le monde, a montré que les contaminants à faible concentration déversés par les installations de traitement des eaux usées peuvent entraîner une régression des populations de poissons. Le rétablissement rapide de la population de têtes-de-boule dans le lac 260 lorsqu'on a cessé d'ajouter de l'éthynylestradiol a renforcé ces constatations.

Effets potentiels des pesticides sur le poisson

L'application de pesticides pour accroître le rendement des récoltes est reconnue comme un rouage important des pratiques agricoles. Au Canada, l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), direction générale de Santé Canada, réglemente l'utilisation de ces produits chimiques. À l'appui de cette réglementation, le ministère des Pêches et des Océans a mis sur pied le Centre de recherche environnementale sur les pesticides (CREP) à l'Institut des eaux douces de Winnipeg. Les scientifiques du CREP mènent des expériences en laboratoire et étudient les populations de poissons sauvages dans les régions où l'on applique des pesticides, afin d'avoir l'assurance que la réglementation protège les poissons et leur habitat.

Le ruisseau Twenty Mile est l'un des systèmes modèles étudiés par le CREP. Ce tributaire des Grands Lacs qui a sa source près de Hamilton coule le long de l'escarpement du Niagara pour se déverser dans le lac Ontario près de St. Catharines. Il traverse plusieurs types de terres agricoles où l'on utilise différents types de pesticides. Le maïs, le soya et le blé sont les principales cultures pratiquées sur les rives au début du ruisseau, mais les fruits et les vignes dominent sous l'escarpement. Les scientifiques du CREP étudient la reproduction et la

croissance de poissons sauvages et d'invertébrés aquatiques à différents endroits le long du ruisseau et collaborent avec des scientifiques d'Environnement Canada qui y déterminent les concentrations réelles de pesticides dans l'eau.

Le programme met l'accent sur l'utilisation et l'élaboration d'indicateurs non létaux pour déterminer les effets des pesticides. Ainsi, dans la plupart des cas, les poissons sont évalués puis rejetés dans le ruisseau. Toutefois, en raison des variations annuelles de la température et des précipitations – qui peuvent influer sur le taux d'utilisation de pesticides ainsi que sur la croissance et la reproduction des poissons et des invertébrés – il est difficile de travailler sur le terrain. C'est pourquoi le CREP mène aussi des expériences en laboratoire qui s'inspirent de scénarios sur le terrain pour mieux comprendre les liens entre l'exposition aux pesticides et leurs effets potentiels. On communique les résultats de toutes ces études à l'ARLA pour lui permettre de bien protéger les poissons et leur habitat.

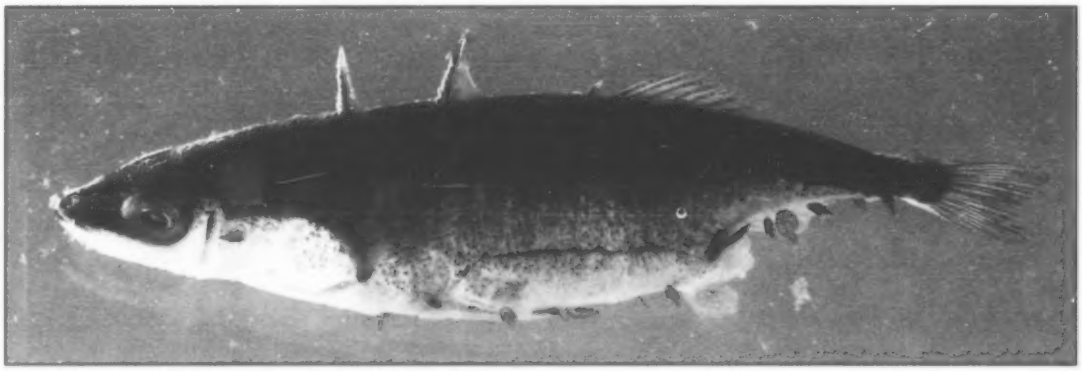
Aperçu des domaines modèles utilisés au CDAMO superposés sur l'élévation de la surface de la mer prévue

Conditions météorologiques extrêmes : amélioration des prévisions grâce à des modèles informatisés

Les conditions météorologiques extrêmes et inhabituelles ont une incidence considérable sur les collectivités côtières. On en a eu la preuve en avril 2007 lorsque plus de 100 navires phoquiers ont été immobilisés par des banquises tardives au large de l'île de Terre-Neuve, ce qui a nécessité une vaste opération de sauvetage de la Garde côtière canadienne. Des centaines de crabiers ont aussi été emprisonnés dans les ports, car la glace empêchait l'industrie de lancer la saison de pêche.

Comme les conditions météorologiques extrêmes et le changement climatique suscitent des préoccupations au Canada, le Centre de développement et d'application de modèles océaniques (CDAMO) du Secteur des sciences du MPO collabore activement avec Environnement Canada et d'autres organismes, afin de développer des modèles informatiques améliorés aux fins des prévisions opérationnelles atmosphère-glace-océans pour le Canada. Ainsi, dans le cadre du Réseau opérationnel canadien de systèmes couplés de prévision environnementale (CONCEPTS), le système de prévision utilisé au centre d'océanographie français Mercator Océans est importé et adapté aux besoins du Canada. Des scientifiques du CDAMO évaluent le modèle à diverses échelles : océans du monde, bassins océaniques et mers régionales entourant le Canada.

En collaboration avec CONCEPTS, les scientifiques du CDAMO développent aussi des modèles informatisés pour les propriétés biogéochimiques des écosystèmes marins. Par exemple, on a lancé en 2006 un projet coordonné par zones pour associer un modèle pour le plancton et les substances nutritives et des modèles de glaces de mer pour les eaux canadiennes de l'Atlantique, afin de détecter, de comprendre et de prévoir la variabilité de l'écosystème.



Épinoche à trois épines infestée par le pou du poisson

Pou du poisson

On trouve le pou du poisson partout dans le monde, dans chaque océan et chez de nombreuses espèces de poissons. Ce parasite présent dans la nature est très courant chez toutes les espèces de saumon du Pacifique adulte en Colombie-Britannique. Ces dernières années, les chercheurs se sont penchés sur les répercussions éventuelles de sa présence chez les saumons élevés en cage ouverte sur la survie des espèces de jeunes saumons sauvages dont la migration et l'alevinage se font dans les mêmes régions. Le saumon sauvage peut introduire le pou du poisson dans les fermes salmonicoles et, en l'absence de traitement, le saumon d'élevage peut transférer de nouveau ce parasite dans l'environnement marin. De vastes recherches ont été amorcées sous l'égide du Plan d'action pour le saumon rose du MPO, afin d'étudier ce problème et d'autres préoccupations connexes. En 2006 et en 2007, le Ministère a renforcé ce programme de recherche en s'associant avec le BC Pacific Salmon Forum, des chercheurs universitaires ou indépendants et des entreprises qui exploitent des fermes salmonicoles.

Les résultats ont montré que le taux d'infestation globale des jeunes saumons sauvages par le pou du poisson varie considérablement d'une année à l'autre ainsi que d'un emplacement à l'autre au cours d'une année donnée. Par exemple, ce parasite était beaucoup plus abondant chez les jeunes saumons roses et kéta en 2004, par rapport à 2003, 2005, 2006 ou 2007. Les résultats indiquent par ailleurs que le niveau d'infestation a diminué ces dernières années pour atteindre en 2007 le niveau le plus bas depuis 2003, à la fois pour les saumons d'élevage et les jeunes saumons sauvages.

Cette recherche est aussi la première à documenter l'infestation de l'épinoche à trois épines *(Gasterosteus aculeatus)* par le pou du poisson *(Lepeophtheirus salmonis)*. Chaque année, la densité parasitaire est beaucoup plus forte chez cette épinoche que chez les jeunes saumons roses ou kéta. On a constaté que l'espèce du saumon, sa taille, l'emplacement ainsi que la salinité de l'eau de mer sont tous des prédicteurs importants de la densité de pou de mer chez les jeunes saumons sauvages. Des recherches en cours au sein du MPO évaluent l'incidence des infestations de pou de mer sur le taux de croissance et de mortalité des jeunes saumons sauvages et le nombre de saumons adultes qui reviennent frayer au cours des années ultérieures. On peut en apprendre davantage dans le site Web du MPO **http://www-sci.pac.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/sealice/default_f.htm**

La génomique et le saumon rouge de montaison tardive dans les eaux du fleuve Fraser

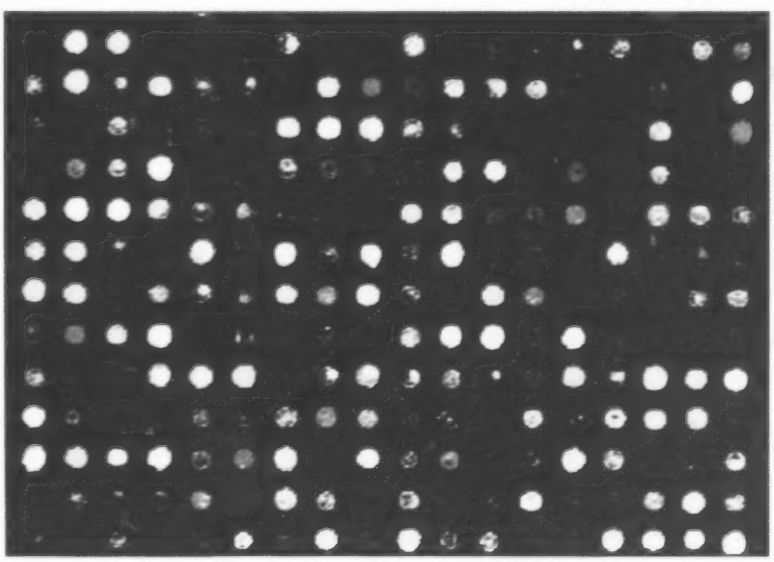
Des chercheurs du laboratoire de génétique moléculaire de la Station biologique du Pacifique établie à Nanaimo, en Colombie-Britannique, effectuent des recherches de pointe en génomique pour déterminer les facteurs physiologiques et environnementaux à l'origine des mystérieux changements observés dans le moment de la migration des saumons rouges adultes qui reviennent frayer. Auparavant, le saumon rouge de montaison tardive remontait le Fraser en septembre et en octobre, période où la température de l'eau est peu élevée. Depuis 1995, il s'engage dans le fleuve en août et fait sa remontée pendant que la température de l'eau atteint son maximum, soit cinq ou six degrés de plus que celles auxquelles il est adapté. De façon générale, ces migrations précoces font grimper le taux de mortalité à la migration. Le taux de 95 p. 100 atteint en 2001 a eu un effet dévastateur sur les prises autorisées et créé d'importants problèmes de conservation.

En combinant deux technologies d'avant-garde – la télémétrie et la génomique – Kristi Miller et ses collaborateurs universitaires (UBC et Carleton) et industriels (LGL Ltd et Kintama Research) viennent tout juste de mettre à jour

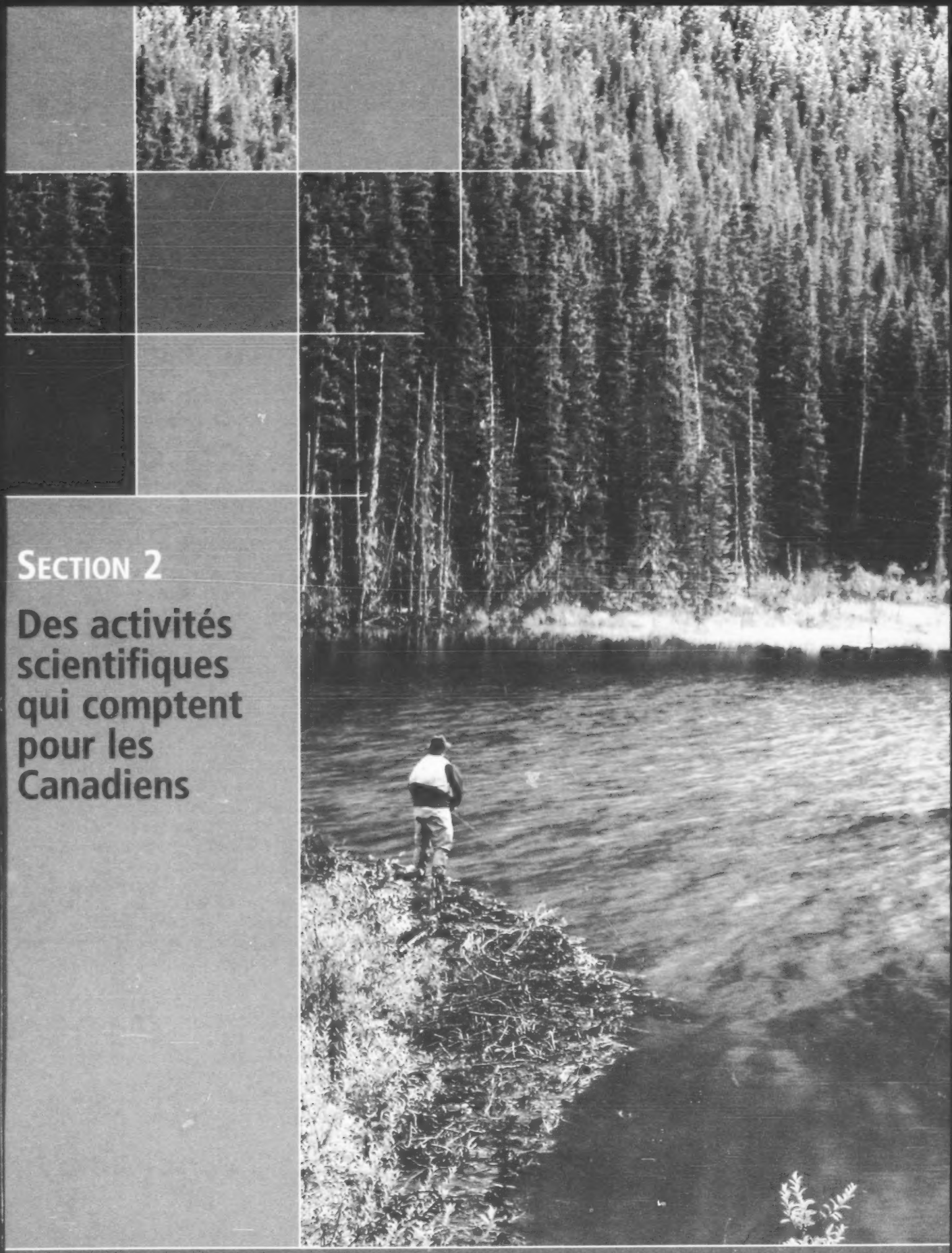
Saumon arborant les couleurs caractéristiques de la période de fraie

les facteurs physiologiques et environnementaux qui déclenchent l'entrée du saumon dans le fleuve. Ils ont aussi amorcé des travaux pour déterminer si l'état physiologique du saumon qui s'engage dans le fleuve contribue au taux de mortalité élevé. À cette fin, ils installent des radioémetteurs et effectuent des prélèvements par biopsie non destructeurs sur le saumon qui descend vers la côte, ce qui permet de suivre la voie de migration de chaque saumon jusqu'au fleuve. Les prélèvements par biopsie servent à évaluer les caractéristiques physiologiques pour le génome dans son ensemble grâce aux microréseaux de saumons – chaque lame de microscope renferme 16 000 transcrits de gènes – qui permettent de déterminer quels gènes ont été activés ou désactivés en fonction du moment de l'entrée du saumon dans le fleuve ou de son devenir.

La combinaison de ces technologies novatrices a permis de comprendre en détail les changements et les contraintes physiologiques associées à la migration axée sur le frai. Fondamentalement, le saumon doit se reconfigurer au niveau moléculaire pour quitter l'océan et revenir à des conditions d'eau douce. La recherche en génomique a révélé des modifications importantes et constantes dans l'expression des gènes associés au passage à l'eau douce dans les branchies (important pour la préparation osmotique) et les tissus musculaires blancs (important afin de préserver l'énergie pour la nage et la reproduction), mais elle a montré que ni l'osmorégulation ni la transition de l'énergie ne permettent d'expliquer le moment de l'entrée dans le fleuve. Cependant, les chercheurs ont constaté une étroite corrélation entre le succès de la remontée d'individus par les secteurs du fleuve où la température est plus élevée jusqu'à la zone de frai et les tendances observés au chapitre de l'expression des gènes dans leurs branchies. En outre, le lien physiologique avec la survie dans le fleuve était présent dans l'océan, à plus de 200 km de son embouchure.



Contrairement à ce que leur nom indique, les microréseaux sont des jeux de données immenses pouvant actuellement contenir 16 000 transcrits de gènes de saumons sauvages. Ils ont été d'abord mis au point avec des gènes humains pour classer des types de sarcomes chez l'humain.



Section 2

Des activités scientifiques qui comptent pour les Canadiens

Le Secteur des sciences du MPO est en voie d'adopter une approche axée sur l'écosystème. On sait que la pêche et d'autres activités humaines ont des effets marqués sur la structure des écosystèmes aquatiques, en particulier ceux qui sont le plus productifs. Il s'agit d'ailleurs de l'une des principales raisons qui motivent ce type d'approche. La structure de ces écosystèmes s'est développée sur une longue période au moyen d'interactions complexes. Les organismes intergouvernementaux qui s'intéressent à la science et à la gestion aquatique reconnaissent que les scientifiques doivent s'efforcer de quantifier les effets des changements attribuables aux activités humaines observés en ce qui a trait aux interactions complexes dans le fonctionnement des écosystèmes et de déterminer si ces effets sont réversibles et, le cas échéant, dans quel horizon de temps.

Dans la publication *Pour un nouveau cadre scientifique écosystémique en faveur d'une gestion intégrée*, le Secteur des sciences du MPO présente brièvement les concepts clés de la science des écosystèmes et décrit l'élaboration et l'adoption de meilleurs outils pour surveiller et étudier les écosystèmes dans leur ensemble. On peut en apprendre davantage dans le site Web du MPO **http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/research/ecosystem_index_f.htm**

Afin de respecter les priorités fédérales et ministérielles ainsi que l'intérêt public pour les cinq prochaines années, le Secteur a élaboré le *Programme de recherche quinquennal (2007-2012)*, qui met l'accent sur 10 priorités essentielles en matière de recherche et les domaines prioritaires à cet égard. Ces priorités, qui mettent en évidence la recherche fondamentale et appliquée nécessaire pour mieux utiliser les connaissances actuelles et en acquérir de nouvelles, s'inspirent fortement du document du Secteur des sciences du MPO intitulé *Pour un nouveau cadre scientifique écosystémique*. On peut consulter le *Programme de recherche quinquennal, 2007-2012* dans le site Web du MPO **http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/research/research_agenda_f.htm**

A : RECHERCHE CIBLÉE

Effet en cascade de la perte de prédateurs importants

La plupart des Canadiens sont au courant de l'effondrement des stocks de morue de l'Atlantique et des répercussions de la surpêche, mais une grande question subsiste : « Pourquoi n'observe-t-on pas de rétablissement des stocks malgré la fermeture de la pêche à la morue? »

Pour mieux répondre à cette question et comprendre ce qui s'est produit dans l'écosystème de l'est du plateau néo-écossais, Ken Frank et ses collègues de l'Institut océanographique de Bedford ont analysé les données sur l'écosystème. Ils ont constaté que la perte de prédateurs importants, comme la morue, en raison de la surpêche, et les répercussions du changement climatique ont entraîné un effet en cascade à tous les niveaux trophiques de la chaîne alimentaire, influençant ainsi les niveaux inférieurs et causant des changements profonds et peut-être permanents aux écosystèmes des océans. Même si on ne peut l'affirmer catégoriquement, les résultats de l'étude donnent à penser que l'écosystème fonctionne d'une nouvelle façon et que la fermeture de la pêche ne permettra peut-être pas d'assurer le rétablissement des stocks de morue. Le rapport du MPO intitulé *État de l'écosystème de l'est du plateau néo-écossais* a suscité un vif intérêt sur la scène internationale et amené M. Frank à publier un article sur ces travaux dans la revue Science. On peut en apprendre davantage dans le site Web du MPO **http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/rap/internet/ESR_2003_004_F.pdf**

Jusqu'à tout récemment, la plupart des biologistes croyaient que la chaîne alimentaire marine reposait sur un mécanisme ascendant et que la « production primaire » des plus petits organismes – phytoplancton – déterminait le fonctionnement du système. Si la production primaire était le principal moteur des écosystèmes, ce ne serait qu'une question de temps avant que la pêche à la morue se rétablisse. Or, plus de dix ans se sont écoulés depuis les fermetures de pêche, et on n'a observé aucun rétablissement important.

Des chercheurs ont analysé 64 indicateurs de l'écosystème de l'océan – notamment la température à la surface de la mer, la salinité, les polluants, la présence de métaux lourds, les régimes de vent, l'abondance du plancton, la taille et l'état des poissons ainsi que les prises commerciales – et des changements connexes dans l'ensemble de l'écosystème et à différents niveaux trophiques en remontant jusqu'aux années 1970. Ils ont mis en évidence, pour la première fois en milieu marin, une cascade descendante de changements découlant de la pêche et compliqués par la fluctuation de la température de l'eau.

Le stock de morues décimé mange moins de crevettes, de petits crabes, de harengs et de lançons. Ces espèces sont ainsi devenues les prédateurs dominants, car elles mangent davantage de gros zooplancton, dont l'abondance a diminué par le fait même. La prédation accrue exercée sur le zooplancton, qui comprend les œufs et les larves de morue, nuit au rétablissement de cette espèce. La diminution du zooplancton se traduit par un relâchement de la consommation de phytoplancton (algues), dont l'abondance a donc augmenté. Le phytoplancton absorbe maintenant plus de nitrate, si bien que la concentration de cette substance nutritive dans l'eau de mer a diminué. Bref, les changements causés par les pêches commerciales intensives se sont répercutés, par des effets en cascade, jusqu'au bas de la chaîne alimentaire, soit au niveau de la production primaire et des substances nutritives.

Les pêcheurs de la région, qui vivent de la pêche à la morue depuis des siècles, capturent maintenant plus de crabes et de crevettes que jamais, mais rien ne garantit l'abondance future de ces précieuses ressources. Ken Frank fait remarquer qu'il pourrait être tout aussi dangereux de pêcher intensivement des espèces aux niveaux inférieurs de la chaîne alimentaire que de décimer le niveau supérieur.

L'étude de l'est du plateau néo-écossais indique par ailleurs pourquoi on a proposé des systèmes de gestion axés sur l'écosystème pour résoudre certains problèmes inhérents à la gestion classique. Elle montre clairement que les écosystèmes sont très dynamiques et que l'exploitation constitue aussi un facteur de changement. L'analyse met en évidence la nécessité de comprendre le fonctionnement de l'écosystème marin pour remplacer l'exploitation marine par une utilisation durable des ressources marines.

Collaboration entre le Secteur des sciences et des chercheurs universitaires pour l'étude des changements à l'écosystème, du capelan et des oiseaux marins

L'écosystème du nord-ouest de l'Atlantique subit de vastes changements associés aux conditions océanographiques et à la surpêche. Il ressort des recherches récentes que les oiseaux marins peuvent être des indicateurs quantitatifs de l'état de poissons comme le capelan *(Mallotus villosus)* – importante espèce de poisson fourrage dans cet écosystème et proie primaire pour de gros prédateurs comme la morue, le phoque, la baleine et les oiseaux marins.

Banc de capelan près de Cape Freels à Terre-Neuve
Cette image a été créée par ordinateur à partir de données sonar recueillies dans le système de gestion d'information géographique CARIS.

Les chercheurs du MPO John T. Anderson et Mariano Koen-Alonso ainsi que les professeurs d'université Bill Montevecchi, Gail Davoren et Brad deYoung ont piloté un programme de recherche mené en collaboration avec les pêcheurs commerciaux pour étudier les mécanismes à la base des changements observés dans les caractéristiques biologiques et le comportement du capelan. Ce programme faisait appel à une technologie à faisceaux multiples de pointe utilisée par le Service hydrographique du Canada, qui a permis d'établir une carte bathymétrique détaillée de l'habitat marin.

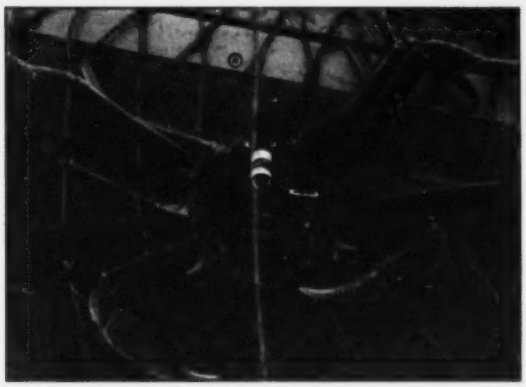
Bien que le capelan fraie généralement sur les plages près de l'île de Terre-Neuve, les travaux étaient centrés dans l'île Funk, qui abrite de nombreuses colonies d'oiseaux marins. La recherche a mis en évidence et caractérisé 11 frayères de capelan en dehors des plages dans les eaux intérieures avoisinantes. Une comparaison des frayères sur les plages et ailleurs a montré une variation des stratégies de développement des œufs. Les résultats intégrés de techniques hydroacoustiques et de prélèvement d'échantillons biologiques donnent à penser qu'il existe une corrélation entre les déplacements verticaux quotidiens du capelan et de ses proies zooplanctoniques et qu'ils varient selon la taille des capelans. Ces tendances ont influé sur l'horaire d'alimentation des oiseaux marins pendant la journée.

Par ailleurs, les observations de la distribution des oiseaux marins, les relevés des capelans disponibles et les mesures du régime alimentaire des oiseaux marins axées sur la colonie ont montré que les oiseaux marins sont des fourrageurs sélectifs qui ont élargi leur aire de fourrage au cours des années où la disponibilité de capelan diminuait. On peut établir un lien entre les changements au régime alimentaire des oiseaux marins, comme le guillemot marmette, et la disponibilité de capelans d'une taille supérieure à 100 mm, ce qui porte à croire que le régime alimentaire des oiseaux marins peut devenir un indicateur quantitatif de l'état du capelan. Dans l'ensemble, ce type de cadre de recherche se révèle important dans le contexte de l'adoption d'approches axées sur l'écosystème dans le domaine des pêches.

Guillemots marmettes et capelans
Photo : © Joel Heath

Recherche axée sur l'évaluation des stocks de crabe des neiges

La pêche au crabe des neiges est une activité économique importante qui se limite aux mâles – mais la protection des femelles ne garantit pas le renouvellement des stocks. La surexploitation des crabes mâles pourrait faire en sorte que les femelles manquent de partenaires pour s'accoupler. L'équipe de la biologie des populations établie à Moncton, composée de Renée Allain et de Candy Savoie, surveille l'accouplement et la performance de reproduction en observant la quantité de réserve de sperme dans la spermathèque des femelles ainsi que le nombre total d'œufs fertilisés. Ce projet long et laborieux exige beaucoup de patience, mais il aidera à comprendre la dynamique de la population de crabe des neiges et l'état des stocks. Pour améliorer les connaissances sur le crabe des neiges, ce projet est tout aussi important que l'estimation de la biomasse par relevés de chalut.



Crabe des neiges mâle muni d'un radioémetteur
Depuis le début des années 1990, des chercheurs utilisent des techniques de marquage-recapture pour étudier des crabes de taille commerciale après le dernier stade larvaire de mue. Le crabe des neiges est généralement une espèce sédentaire, mais on observe des déplacements saisonniers dynamiques dans certaines zones. Dans l'une de ces zones, les chercheurs ont installé des radioémetteurs cylindriques sur les crabes mâles adultes et des récepteurs directement sur le plancher océanique pour surveiller leurs déplacements. Une meilleure compréhension des déplacements saisonniers aidera à améliorer le processus de gestion des stocks.

Les larves de crabe des neiges éclosent en mai dans le sud du golfe du Saint-Laurent. La phase planctonique dure environ de 12 à 16 semaines. Après le dernier stade larvaire de mue (mégalope), le larve devient un minuscule crabe des neiges et s'établit au fond de l'océan. La mégalope s'installe généralement dans la zone sous la couche de transition entre la couche mixte d'eau de surface et la couche d'eau profonde appelée « thermocline ». D'après les études récentes, l'équipe de recherche sur la pêche au crabe des neiges, composée de Michel Biron et de Christine Ferron, a posé comme hypothèse que les meilleurs endroits pour l'établissement des larves pourraient être les zones à fond dur où la thermocline se trouve près du plancher océanique. Leur hypothèse découle des résultats obtenus sur le type de sédiment, l'abondance de larves selon le stade ainsi que l'abondance et la distribution des crabes postlarvaires. En protégeant les sites propices à l'établissement de larves, on pourrait mieux protéger et gérer les stocks.

Survie et conservation des prises accessoires

De nombreux types de pêche commerciale ne sont pas en mesure de cibler parfaitement les espèces recherchées ou réglementées et les poissons de la taille requise. D'ailleurs, les pêcheurs capturent des poissons n'atteignant pas la taille minimale et d'autres espèces de poissons. La remise à l'eau de ces prises accessoires vivantes est une mesure de conservation simple fréquemment utilisée. Dans les eaux canadiennes de l'Atlantique, par exemple, on remet à l'eau le flétan n'atteignant pas la taille minimale et les espèces en péril, comme le loup tacheté. Toutefois, cette pratique s'avère une mesure de conservation efficace uniquement si le poisson survit.

Les biologistes Hugues Benoit et Tom Hurlbut de la Région du Golfe du MPO étudient le taux de survie éventuel après remise à l'eau dans le cadre d'activités de pêche commerciale pour déterminer des mesures de conservation efficaces. Ils utilisent différentes données recueillies par des observateurs en mer au cours d'un grand nombre d'expéditions de pêche commerciale réelles et de conditions de pêche simulées en utilisant un navire doté d'installations de conservation du poisson vivant. Il n'est pas facile de déterminer le taux de survie dans les conditions de pêche commerciale. C'est pourquoi on l'a fait jusqu'à présent pour un nombre limité d'espèces et avec un degré d'exactitude variable.

Parmi les facteurs qui influent sur la probabilité de survie des prises accessoires, mentionnons ceux de nature environnementale, par exemple, la température de l'eau et de l'air; ceux qui se rapportent à la pêche proprement dite, par exemple, les engins utilisés et la durée pendant laquelle le poisson demeure hors de l'eau; de même que les différences entre les espèces pour ce qui est de la résilience. Grâce aux résultats de l'étude, les chercheurs pourront mieux déterminer les conditions dans lesquelles la remise à l'eau des prises est une option viable et celles où les mesures adoptées pour éviter les prises accessoires constituent la seule option en matière de conservation pour réduire la mortalité attribuable à la pêche.

Mission de recherche dans la mer des Sargasses

Martin Castonguay, de l'Institut Maurice-Lamontagne, a participé en mars et avril 2007 à une mission internationale dans la mer des Sargasses sur la biologie reproductrice de l'anguille. Cette mission menée à l'instigation du Danemark, qui réunissait des scientifiques de cinq pays, mettait à contribution deux navires, un navire océanographique danois et un chalutier commercial canadien à bord duquel Martin Castonguay était chef de mission. Le MPO a contribué financièrement à la mission en accordant une subvention du Programme de gouvernance internationale.

Des chercheurs à bord d'un chalutier canadien sont à la recherche d'anguilles adultes difficiles à trouver dans la mer des Sargasses.

L'objectif principal de la mission, qui consistait à recueillir des échantillons de larves d'anguille pour élucider des questions fondamentales sur la génétique des populations de l'anguille d'Amérique et de celles d'Europe, a été atteint. Par contre, différentes difficultés techniques ont empêché d'atteindre l'objectif de capture d'adultes dans les frayères. Un atelier de travail sur l'orientation des articles scientifiques qui découleront de ce programme de recherche a eu lieu à Copenhague en août 2007.

Poursuite des progrès en matière d'aquaculture multitrophique intégrée dans la baie de Fundy

Le programme d'aquaculture multitrophique intégrée dans la baie de Fundy, mis en œuvre à la Station biologique de St. Andrews et à l'Université du Nouveau-Brunswick (UNB) à Saint-Jean, a pour objet de développer de nouvelles techniques pour l'évolution des poissons et fruits de mer issus de l'aquaculture.

Sous la gouverne de Shawn Robinson du MPO et de Thierry Chopin de l'UNB, ce programme favorise le recyclage de sous-produits résiduels d'une espèce pour les transformer en intrants, par exemple, des engrais et des aliments, pour une autre espèce. L'exploitation dans son ensemble devient ainsi plus acceptable sur le plan social, rentable sur le plan financier et inoffensive pour l'environnement. Le concept d'un système équilibré combine dans une même exploitation aquacole l'élevage de poissons, par exemple, le saumon et la culture de biofiltreurs, par exemple, les moules et les algues, de manière à réduire le gaspillage des substances nutritives provenant des aliments pour poisson à haute valeur énergétique. Les algues captent des sous-produits inorganiques dissous dans l'eau, comme l'azote et le phosphore, les moules prospèrent dans ce milieu enrichi de particules d'aliments et de déchets. L'équipe de chercheurs mène ces travaux depuis six ans dans la baie de Fundy en collaboration avec l'industrie du saumon.

Les algues, notamment le varech, ainsi que les mollusques et crustacés, notamment les moules, sont des éléments clés du projet, tout comme le développement d'équipement et les techniques de récolte. Les aspects économiques et la commercialisation – essentiels au succès industriel du projet – sont pilotés par Neil Ridler, de l'UNB à Saint-Jean, en étroite collaboration avec Cooke Aquaculture. Fred Page, du MPO, étudie la dynamique d'écoulement des eaux aux exploitations d'aquaculture multitrophique intégrée, tandis que Les Burridge, également du MPO, surveille l'état général des emplacements. Gregor Reid, chercheur au niveau postdoctoral participant au projet, a élaboré des modèles informatisés pour évaluer la quantité de substances nutritives récupérée grâce au système d'aquaculture multitrophique intégrée.

Il semblerait que l'ajout de varech permet de récupérer jusqu'à 40 p. 100 des substances nutritives disponibles dans ces sites pendant la saison de croissance, tandis que les moules peuvent capter jusqu'à 50 p. 100 des particules fines dégagées des cages d'élevage de saumons. Ces aliments supplémentaires et l'énergie reçue par ces espèces permettent d'accélérer le taux de croissance d'environ 50 p. 100. On étudie aussi des espèces supplémentaires.

Au cours des cinq prochaines années, le programme sera appuyé par le Fonds d'innovation de l'Atlantique de l'Agence de promotion économique du Canada atlantique, les partenaires industriels Cooke Aquaculture Inc. et Acadian Seaplants Limited et les partenaires gouvernementaux Environnement Canada, l'Agence canadienne d'inspection des

Thierry Chopin récolte du varech dans l'une des filières à une exploitation d'aquaculture multitrophique intégrée avec le partenaire industriel du programme Acadian Seaplants Limited.

aliments (ACIA) ainsi que le ministère de l'Agriculture et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick. L'équipe s'efforce de promouvoir et de faire progresser le concept d'aquaculture multitrophique intégrée à l'échelle du Canada et même à l'étranger avec des partenaires de recherche comme la Pacific SEA-Lab Research Society.

Durée de vie du béluga, deux fois plus longue qu'on le croyait, déterminée grâce à une technique utilisant du carbone radioactif

En réfutant l'hypothèse en cours selon laquelle la dent du béluga comporte des couches de croissance semi-annuelles, une équipe de chercheurs du MPO dirigée par Rob Stewart de l'Institut des eaux douces a prouvé que cette espèce vit deux fois plus longtemps qu'on le croyait auparavant – révolutionnant ainsi les connaissances sur la dynamique de ces populations. Les chercheurs ont validé l'âge des bélugas au moyen d'une technique d'estimation reposant sur le radiocarbone qui provient de bombes nucléaires incorporé dans les groupes de couches de croissance des dents. La recherche a confirmé que les groupes de couches se forment une fois l'an et qu'il s'agit d'un indicateur fiable de l'âge des bélugas jusqu'à au moins 60 ans. Les dosages du radiocarbone dans les couches de dentine déposées chez des bélugas capturés entre 1895 et 2001 indiquent que le radiocarbone provenant des essais atmosphériques d'armes nucléaires s'incorpore dans les dents en croissance et y demeure pour le reste de la vie de l'animal.

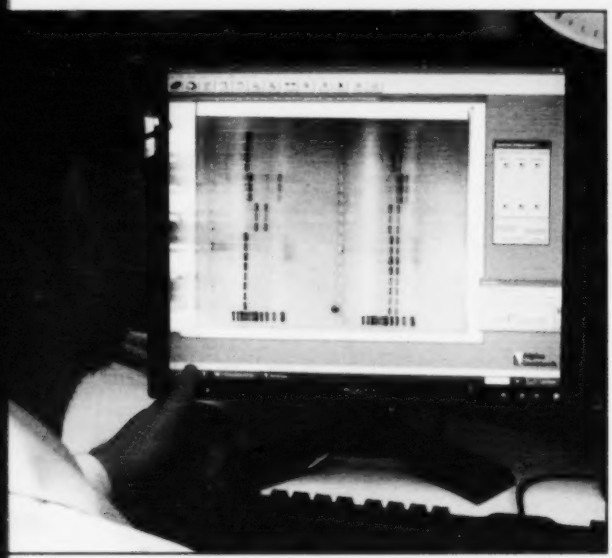
La recherche dirigée par Rob Stewart a révélé que le béluga vit deux fois plus longtemps qu'on le croyait auparavant.

L'équipe était composée de Steve Campana, Cynthia Jones et Barbara Stewart. On peut en apprendre davantage en consultant le numéro de décembre 2006 de la *Revue canadienne de zoologie* http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/rp-ps/issueDetail.jsp?jcode=cjz&vol=84&is=12&lang=fra.

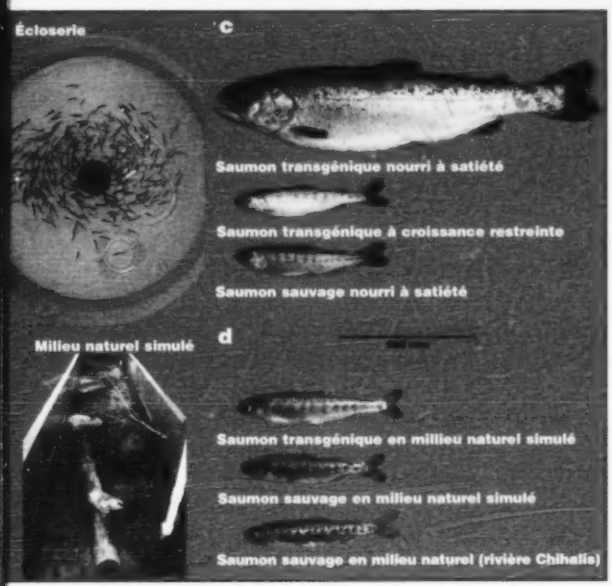
Programme de recherche-développement en biotechnologie aquatique

Pêches et Océans Canada fait le lien entre, d'une part, la biotechnologie et la génomique novatrices et, d'autre part, l'établissement de politiques de haut niveau ainsi que la prise de décisions sur le terrain au sujet de la gestion des écosystèmes aquatiques et des pêches grâce à son programme de R-D en biotechnologie aquatique. Quatre thèmes de recherche ont été retenus pour la stratégie de R-D du MPO en biotechnologie aquatique et en génomique : biotechnologie et profil des ressources aquatiques; biotechnologie et santé des animaux aquatiques; biotechnologie et santé des écosystèmes aquatiques; travaux scientifiques à l'appui de la réglementation des animaux aquatiques dotés de caractères nouveaux. On peut en apprendre davantage sur cette stratégie dans le site Web du MPO http://www.dfo-mpo.gc.ca/biotech/docs/abgrds_f.htm

L'étude récemment publiée examinant l'interaction entre la constitution génétique des poissons et l'environnement où ils ont été élevés représente un bel exemple de la recherche menée sur le thème des travaux scientifiques à l'appui de la réglementation



Gel d'ADN numérique



Taille de saumons génétiquement modifiés élevés en écloserie par comparaison avec ceux élevés dans des cours d'eau semi-naturalisés et les saumons sauvages.

visant les animaux aquatiques dotés de caractères nouveaux. Le MPO a étudié dans une perspective réglementaire des questions concernant les poissons génétiquement modifiés et ces travaux se poursuivent dans des installations fermées de bioconfinement.

Le chercheur du MPO Robert Devlin et son équipe, Fred Sundström, Mare Lõhmus et Wendy Tymchuk, ont comparé l'effet de l'élevage de saumons génétiquement modifiés et non génétiquement modifiés dans des cours d'eau en milieu fermé semi-naturalisés et en écloserie. La croissance du saumon génétiquement modifié a été moins rapide dans les cours d'eau semi-naturalisés par rapport à ceux élevés en écloserie, mais le milieu d'élevage avait une incidence beaucoup moins grande sur les poissons sauvages.

D'après la recherche, le fait de placer dans des cours d'eau semi-naturalisés des saumons génétiquement modifiés provenant d'une écloserie aura une plus grande incidence sur le comportement prédateur que dans le cas des saumons non génétiquement modifiés. Toutefois, on a constaté que l'écloserie peut influer fortement sur le comportement prédateur : non seulement les saumons génétiquement modifiés élevés dans des cours d'eau semi-naturalisés étaient de plus petite taille, mais aussi ils n'étaient pas aussi prédateurs que leurs homologues de même taille et du même âge élevés en écloserie.

M. Devlin et son équipe se sont aussi penchés sur le comportement prédateur des poissons génétiquement modifiés élevés en écloserie qui ne recevaient pas de quantités illimitées de nourriture. Ces poissons recevaient une ration limitée (c'est-à-dire la quantité désirée par les saumons sauvages élevés en écloserie), mais leur taille n'atteignait pas celle des saumons génétiquement modifiés ayant un accès illimité à de la nourriture. Fait étonnant, lorsque les chercheurs ont examiné le comportement prédateur de ces poissons dans les cours d'eau semi-naturalisés, les poissons génétiquement modifiés dont la nourriture

était limitée consommaient davantage de proies que les saumons sauvages ou les saumons génétiquement modifiés ayant un accès illimité à la nourriture. Lorsque l'on compare ce résultat avec l'atténuation du comportement prédateur observé chez les saumons génétiquement modifiés élevés dans les cours d'eau semi-naturalisés, il est évident que le comportement prédateur n'est pas déterminé seulement par la taille du poisson ou par le fait qu'il s'agit d'un poisson transgénique – c'est probablement une combinaison du mode d'élevage et de la constitution génétique des poissons.

Il ressort des résultats de l'étude que le milieu d'élevage peut avoir une incidence considérable sur le comportement des poissons dans cet environnement ai[illegible] que sur leur croissance et leur développement. Cette « incertitude » peut se traduire par une sous-estimation ou une surestimation du risque. Les organismes de réglementation ont particulièrement besoin de cette recherche, car elle donne à penser que les résultats des expériences utilisant des poissons génétiquement modifiés élevés ou étudiés en écloserie ne s'appliquent pas nécessairement au comportement ou à la croissance d'un poisson en liberté. On trouvera dans les *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)* un article (en anglais) plus détaillé sur le sujet **www.pnas.org/cgi/content/abstract/104/10/3889**

Étude du saumon du Pacifique en mer

Le Canada s'est doté de deux programmes de recherche consacrés aux facteurs qui régissent la survie en mer du saumon du Pacifique peu de temps après son arrivée. Ces études sont essentielles pour distinguer les effets de la pêche et du changement de l'habitat dulcicole sur la production de saumons par rapport aux variantes naturelles de la capacité de charge des océans. De surcroît, le Programme de mise en valeur des salmonidés du Canada libère chaque année plus de 300 millions de saumons du Pacifique dans les eaux côtières. Pour assurer une conservation efficace et des pêches durables, il est important de comprendre comment les saumons produits par le Programme entrent en interaction avec les saumons du Pacifique sauvages et influent sur la capacité de charge pour les saumons du Pacifique.

Étude du détroit de Georgie

Des relevés de jeunes saumons ont été réalisés dans le détroit de Georgie en juillet et en août au cours des dix dernières années. L'information ainsi recueillie comprend la taille, la distribution et le régime alimentaire des jeunes saumons du Pacifique et des espèces autres que les salmonidés ainsi que des données sur la survie des jeunes saumons peu après leur arrivée en mer. On utilise cette information pour évaluer l'incidence des changements dans le climat océanique sur le saumon du Pacifique. Des travaux récents visaient principalement à comprendre la baisse du taux de survie du saumon coho en mer dans le détroit de Georgie.

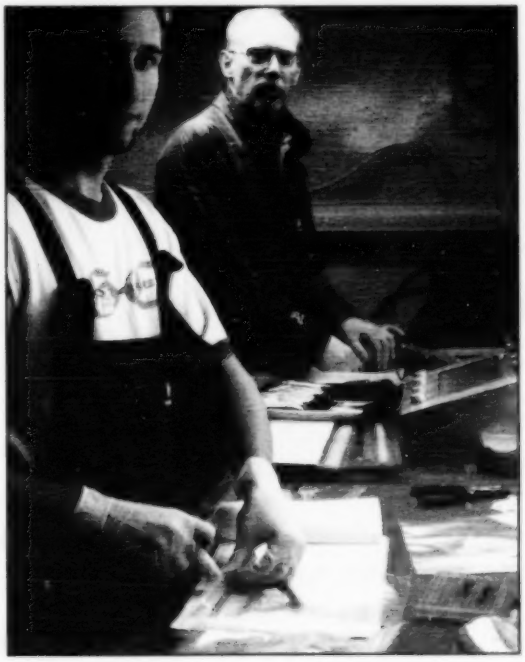
Le pourcentage de saumons coho dans les écloseries canadiennes de ce détroit est passé de presque zéro au début des années 1970 à une moyenne de 70 p. 100 à la fin des années 1990, mais il a chuté à seulement 30 p. 100 entre 2000 et 2006. Le déclin récent pourrait être attribuable à plusieurs facteurs : une réduction globale du nombre de saumons coho d'élevage libérés dans le détroit au cours de l'année et la libération soutenue de saumons coho d'élevage en mai, qui a malheureusement coïncidé avec une « prolifération printanière » de production de proies dans le détroit de Georgie plus tôt que d'habitude. Ajoutons à cela une récente augmentation de l'abondance de saumons coho sauvages dans le détroit, qui n'a pas encore été expliquée. La recherche montre que les saumons coho d'élevage et sauvages réagissent différemment aux conditions

marines au début de leur développement, mais des explications plus adéquates s'imposent. Il s'agit d'ailleurs de l'un des objectifs d'une nouvelle initiative étudiant l'écosystème global du détroit de Georgie.

Programme d'étude du saumon en haute mer

En vertu de ce programme, le MPO recueille depuis 1988 des données océanographiques et prélève des échantillons de saumons et d'autres espèces de poissons associées le long de la côte Ouest de la Colombie-Britannique et de l'Alaska pour évaluer les effets des conditions océaniques et du changement climatique sur la distribution, la migration et le taux de croissance et de survie du saumon du Pacifique. Ces relevés se déroulent généralement sur des périodes de deux à quatre semaines le printemps ou l'été ainsi que l'automne et l'hiver. Le lien entre la croissance du saumon et la qualité de ses proies est l'une des découvertes les plus étonnantes de l'équipe. Les changements, si modestes soient-ils, dans la qualité des proies ont un effet marqué sur la trajectoire de croissance des jeunes saumons coho et leur survie.

Le Programme d'étude du saumon en haute mer comporte également des liens étroits au niveau international. Le saumon et les systèmes océaniques ne respectent pas les frontières politiques. L'équipe collabore avec les groupes de recherche menant des programmes semblables aux États Unis dans le but d'établir une vue d'ensemble du comportement du saumon et des conditions qui agissent sur sa survie. Leurs recherches sont également utiles à la Commission des poissons anadromes du Pacifique Nord, qui réunit des scientifiques du Japon, de la Russie, des États-Unis, de la Corée et du Canada dans le but de partager les ressources et les résultats relatifs à la recherche sur les pêches.



Les chercheurs Tyler Zubkowski et John Morris traitent un échantillon de jeune saumon dans un laboratoire en mer. Une fois l'espèce déterminée, le poisson est pesé et mesuré, puis congelé jusqu'à ce qu'on puisse procéder à une analyse plus détaillée à la Station biologique du Pacifique.

B : SURVEILLANCE

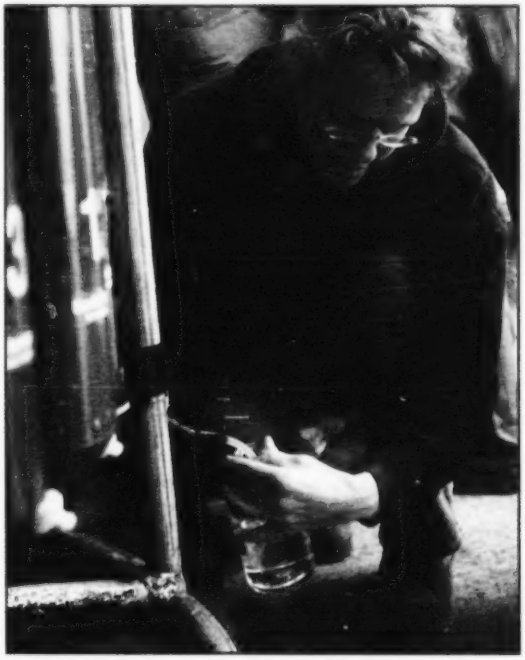
Surveillance aquatique au Canada : rapport de l'Équipe de surveillance de la mise en œuvre

En 2006, l'Équipe de surveillance de la mise en œuvre du renouveau du Secteur des sciences du MPO a publié *Surveillance aquatique au Canada*. Ce rapport est le fruit d'un vaste examen des programmes de surveillance aquatique visant à recenser les améliorations qui s'imposaient, les nouvelles exigences et les possibilités d'économies. On peut le consulter

dans le site Web du Secrétariat canadien de consultation scientifique **http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/Csas/Proceedings/2006/PRO2006_003_F.pdf**

La surveillance est à la base de tous les conseils scientifiques donnés par le MPO. Environ les deux tiers des 56 millions de dollars que le ministère consacre à la surveillance aquatique sont investis dans des activités qui favorisent la pêche et l'aquaculture durables. L'autre tiers est affecté à la préservation de la santé et de la productivité des écosystèmes aquatiques. Par ailleurs, les partenaires du MPO consacrent 30 millions de dollars à la surveillance, principalement des stocks de poissons sur la côte du Pacifique.

L'amélioration la plus importante à apporter aux activités de surveillance vise l'Arctique et la grande région boréale du Canada. Il y a peu de programmes de surveillance systématique de la santé des écosystèmes, particulièrement dans les zones littorales. La surveillance de l'habitat du poisson, des espèces envahissantes, des réseaux alimentaires, des espèces en péril, des initiatives de gestion intégrée, des zones de protection marine et des incidences anthropiques cumulatives laisse à désirer. La presque totalité de nos observations marines sont effectuées à partir de navires. Pourtant, le nombre de jours en mer a diminué de moitié et les coûts ont doublé ces vingt dernières années.



Des échantillons d'eau de l'Arctique sont prélevés à bord du NGCC *Louis S. St-Laurent*. Photo : © Paul Galipeau

Par ailleurs, des améliorations s'imposent en ce qui touche l'accès à l'information et l'intégration. En fait, on ne renseigne pas suffisamment le public sur l'importance de la surveillance aquatique, qui permet de recueillir des données sur le réchauffement du climat, la perte de biodiversité et les espèces envahissantes. À l'heure actuelle, la surveillance aquatique fait appel à un ensemble d'initiatives régionales. Ensemble, ces initiatives jettent les bases de la mise en œuvre d'un programme national de surveillance.

L'équipe a recensé de nouvelles exigences et de nouveaux domaines où il y a matière à amélioration :

- On pourrait utiliser les nouvelles technologies, comme les drogues à courant automatisées, pour la collecte de données océanographiques (propriétés physiques et chimiques), afin de réduire la demande et le coût des navires. La flotte du gouvernement du Canada pourrait aussi accroître ses activités de surveillance si elle était dotée d'instruments de collecte de données convenables.
- On pourrait élargir les partenariats. La surveillance, par contre, est un investissement à long terme, et le rôle des organismes de bienfaisance, des universitaires et des gouvernements doit être clair. L'échantillonnage des pêches est un domaine dans lequel on pourrait établir davantage de partenariats.

- Les protocoles en matière d'acquisition, d'archivage et de récupération des données sont actuellement améliorés
- On envisage d'instaurer un processus uniforme d'établissement de rapports sur les écosystèmes aquatiques à l'échelle du pays, ainsi que des fiches de rendement qui permettraient de déterminer comment améliorer la surveillance et les connaissances.
- On établit actuellement un engagement clair à l'égard d'un programme national de surveillance, afin de protéger l'investissement futur dans le domaine.
- Il faut sensibiliser davantage les ministères à vocation scientifique aux activités de surveillance. Dernièrement, l'accent a été mis sur l'innovation, l'excellence, la créativité et les nouvelles technologies, mais on pourrait prétendre que ces thèmes relèvent plutôt des universités, tandis que l'état de l'environnement du Canada relève des ministères fédéraux à vocation scientifique et technologique. Un programme de surveillance aquatique à grande visibilité permettrait de réaliser cet objectif.

L'Équipe a recommandé d'établir un programme national de surveillance aquatique bien défini et intégré. Le Programme de monitorage de la zone atlantique et les liens entre celui-ci et le Service des données sur le milieu marin constituent un bon modèle.

Un programme de surveillance modèle

En 1998, le MPO a mis en place dans les cinq provinces de l'Atlantique le Programme de monitorage de la zone atlantique (PMZA) pour déterminer et comprendre les causes de la variabilité océanique dans cette zone. Le PMZA comprend un échantillonnage saisonnier le long de 13 transects pour surveiller des variables physiques (température, salinité), chimiques (nitrate, nitrite, phosphate, silicate, oxygène) et biologiques (fluorescence, chlorophylle a); un échantillonnage plus fréquent à six stations fixes pour surveiller ces mêmes variables; le prélèvement d'échantillons uniques pour surveiller ces mêmes variables à plus de 1 000 endroits dans le cadre de relevés plurispécifiques au chalut; la télédétection de la température à la surface de la mer, de la couleur de l'océan et de la productivité primaire; ainsi que l'utilisation de données provenant des transects EPC établis sur le plateau néo-écossais et dans l'Atlantique Ouest; la surveillance du niveau de la mer à neuf endroits; le réseau de surveillance à long terme de la température des eaux côtières; la surveillance des algues nuisibles; et les données météorologiques d'Environnement Canada. Toutes les données sont validées et archivées, puis mises à la disposition du public dans le site Web du MPO **http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/zmp/main_zmp_f.html**

Surveillance dans le nord du Canada

Depuis des dizaines d'années, les scientifiques recueillent de précieuses données sur des emplacements précis dans l'Arctique grâce aux programmes de recherche du MPO sur la région. En 2006-2007, le Secteur des sciences a réalisé des progrès importants dans l'établissement d'un programme de surveillance aquatique vaste et soutenu s'inspirant du Programme de monitorage de la zone atlantique du MPO. En haute mer, le Ministère participe à différents programmes de surveillance de facteurs tels que l'épaisseur de la glace, les conditions océanographiques et d'autres indicateurs climatiques.

Une entente de cogestion unique en son genre dans l'Arctique canadien conclue en vertu d'accords sur des revendications territoriales a permis de créer des programmes d'échantillonnage des ressources dans la collectivité. Des résidents locaux, notamment

des jeunes et des aînés, participent aux collectes de base pour atteindre les objectifs communs des populations locales, des gestionnaires de ressources et du milieu scientifique dans son ensemble. Il s'agit d'un programme rentable exécuté de façon uniforme pour recueillir des variables de base au fil du temps, notamment prélever des échantillons de tissus de mammifères marins sur les prises locales, déterminer les paramètres biologiques de base grâce aux activités de subsistance, à la pêche et aux observations fondamentales des changements aux écosystèmes aquatiques dulcicoles et marins où ils vivent.

La recherche sur la gestion des ressources aquatiques repose sur les relevés de mammifères marins ainsi que sur la collecte d'observations dans la collectivité et le prélèvement d'échantillons de tissus aux endroits stratégiques des régions est et ouest de l'Arctique. Ces programmes constituent un rouage important de la détection des changements dans l'écosystème et de l'orientation de projets de recherche visant expressément à répondre aux besoins des utilisateurs des ressources locales. On a aussi mis en place dans la collectivité des programmes d'échantillonnage dans les lacs intérieurs, rivières et fleuves importants pour les pêches locales et dans les zones de mise en valeur intense des ressources. Tous les programmes profitent du resserrement des liens et de la compréhension d'objectifs communs en fonction de différents scénarios de changement climatique et des environnements qui se modifient rapidement dans l'Arctique.

Nombreux avantages de la modélisation des océans et des applications axées sur l'écosystème

Guoqi Han dirige une équipe de spécialistes qui modélisent les courants océaniques. Pour compléter le Programme de monitorage de la zone atlantique du MPO, explorer l'incidence de la circulation et de l'hydrographie océaniques sur la biologie et les pêches et bénéficier des activités d'exploration des hydrocarbures extracôtiers, M. Han et son équipe de chercheurs ont mis au point une série de modèles de pointe pour la circulation et la dispersion océaniques au large de Terre-Neuve-et-Labrador. Pour la première fois, les solutions types ont permis d'établir des champs de courants, de température, de salinité et de turbulence haute résolution sous forme de moyennes mensuelles fondées sur des observations et dynamiquement compatibles pour le plateau et le talus de Terre-Neuve et du Labrador. Ils ont été validés rigoureusement en fonction des données historiques de mesure des courants, de données recueillies au moyen d'un profileur de courant à effet Doppler embarqué et de données de trajectoire obtenues par satellite.

Les travaux de M. Han, qui illustrent l'approche axée sur l'écosystème, présentent de nombreux avantages sur le plan de la gestion. L'étude fait grandement progresser les connaissances sur la variabilité saisonnière et interannuelle du courant du Labrador, sur les changements observés perpendiculairement au plateau continental et le long de ce plateau ainsi que sur son mécanisme de forçage. On a utilisé des champs de courant modèles pour concevoir des installations de forage en mer, évaluer des ressources marines renouvelables et mettre en œuvre un système d'information géographique pour les pêches. La circulation et l'hydrographie peuvent influer sur la productivité biologique et halieutique et même parfois la déterminer. Ces

champs ont aussi aidé à quantifier les échelles de temps caractéristiques importantes sur le plan biologique pour l'écosystème du cap Flemish.

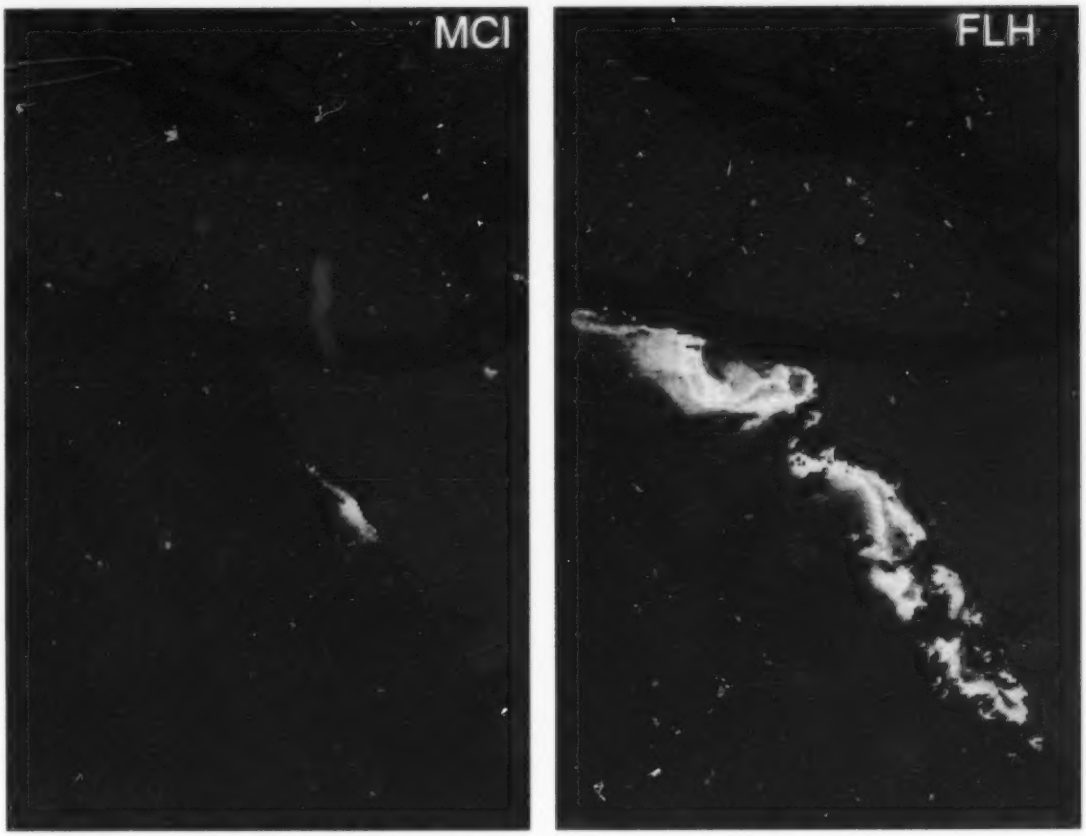
Les chercheurs ont évalué de nouvelles zones d'échange d'eau de ballast au large de l'île de Terre-Neuve et recommandé de les utiliser sur la base des solutions modèles en matière de circulation et de turbulence. Ils ont procédé à des simulations au moyen de modèles pour clarifier les échanges de zooplancton perpendiculairement au plateau continental après l'hivernage sur le talus du Labrador. Les champs de circulation modèles ont été utiles pour expliquer le recrutement et l'abondance de la merluche blanche sur le Grand Banc et la propagation de la maladie du crabe des neiges sur le nord-est du plateau continental de Terre-Neuve.

Surveillance des eaux canadiennes à partir de l'espace

Grâce à l'Agence spatiale canadienne, les chercheurs du MPO ont accès aux données recueillies par le spectromètre MERIS à bord du satellite européen Envisat. Un projet piloté par Jim Gower de l'Institut des sciences de la mer utilise cet appareil pour détecter les proliférations planctoniques dans les eaux côtières de l'Ouest canadien et distinguer les différents groupes d'espèces (coccolithophores, diatomées, algues bleu-vert, etc.). Les données MERIS sont utilisées pour produire des images à la fois des eaux du large et des bras de mer étroits près des côtes où sont situées les piscicultures. On estime que les proliférations d'algues nuisibles, aussi appelées « marée rouge » font perdre plusieurs millions de dollars par an à l'industrie aquacole.

Fort heureusement, la recherche sur l'utilisation des données de radiance recueillies par des instruments optiques a aussi permis de détecter des filières de sargasses flottantes dans l'ouest du golfe du Mexique. C'était la première fois que l'on observait ce type d'algues par satellite, même si des observateurs ont signalé à maintes reprises, depuis l'époque de Christophe Colomb et même plus tôt, que ces algues couvraient de grandes zones de l'océan Atlantique dans la mer des Sargasses. La recherche a aussi permis de détecter dans l'Antarctique de la glace qui semble colorée par une forte concentration d'algues, formant ainsi un type de prolifération que les observateurs des années 1970 nommaient « superprolifération » en raison de sa forte densité de phytoplancton.

La détection des proliférations ainsi que les observations de sargasses et d'algues dans la glace ont d'autant plus d'importance que les travaux de Jim Gower et de ses collègues proposent de nouveaux outils pour la surveillance de la productivité primaire de l'océan – qui est un facteur de la prévision du changement climatique. La production marine primaire est le processus par lequel les végétaux flottants, comme le phytoplancton et les algues, absorbent le dioxyde de carbone atmosphérique par photosynthèse et le convertissent en carbone organique. En absorbant la moitié du dioxyde de carbone libéré dans l'atmosphère, les océans ont une grande incidence sur le climat et c'est pourquoi ceux qui établissent les modèles climatiques s'y intéressent de près. Sur le plan technique, les travaux confirment l'importance de la bande de 709 nm du spectromètre MERIS, qui n'est pas comprise dans les instruments de satellite similaires actuels ou prévus.



Les proliférations massives d'algues dans les régions côtières peuvent se révéler nuisibles ou toxiques pour les humains et la vie marine. Il était autrefois difficile de détecter les proliférations d'algues nuisibles, aussi appelées « marée rouge », au moyen de la technologie de télédétection servant au décodage de données satellitaires sur la couleur de l'océan, parce que la concentration de matières organiques et inorganiques est particulièrement élevée dans les eaux côtières. Les substances organiques et inorganiques présentes dans l'océan créent une fluorescence – elles émettent de la lumière d'une longueur d'ondes lorsqu'elles sont exposées à la lumière d'une autre longueur d'onde. L'imagerie par fluorescence faisant appel au spectromètre imageur MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer) est avantageuse, car les scientifiques peuvent utiliser des bandes passantes lumineuses bien précises pour mesurer la concentration maximale de chlorophylle par zone (MCI – image de gauche) et déterminer l'intensité de la fluorescence de la chlorophylle (FLH – image de droite).

Ces deux images montrent que le spectromètre MERIS a détecté une prolifération d'algues nuisibles formant à la surface une dense marée rouge au large de la côte ouest de l'Amérique du Nord en juin 2007. Cette prolifération massive d'algues, la plus vaste jamais observée jusque-là, s'est produite parmi des proliférations vert vif détectées par d'autres capteurs de la couleur de l'océan et attribuées à des coccolithophores – organismes unicellulaires qui ne sont généralement pas nuisibles. Le plus excitant, c'est que le spectromètre MERIS a permis aux scientifiques d'observer pour la première fois la marée rouge à partir de l'espace.

Le spectromètre MERIS et l'étude de la marée rouge

On utilise aussi les données MERIS dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick, où le personnel de la Division des sciences océaniques (DSO) et de la Division de la recherche écologique (DRE) de l'Institut océanographique de Bedford et de la Station biologique de St. Andrews collabore dans l'utilisation de la télédétection pour l'étude des proliférations d'algues toxiques.

Ce n'est pas d'hier que l'on observe de la marée rouge dans la baie de Fundy, mais il n'est pas possible de prédire son apparition ni sa durée. Grâce aux données MERIS, les chercheurs espèrent élaborer le premier algorithme pour détecter à distance une espèce en particulier, soit *Alexandrium*, phytoplancton responsable de la marée rouge. Les données MERIS permettent aux chercheurs d'associer des images satellites multispectrales avec des mesures du nombre de cellules, des propriétés optiques et la composition granulométrique de la colonne d'eau au cours de la prolifération d'*Alexandrium* de cette année. La marée rouge se produit dans les eaux côtières. Ainsi, la présence de sédiments complique l'élaboration d'algorithmes de télédétection, car la quantité et la composition granulométrique influent sur la réflectance.

Au cours de la prolifération, Gary Bugden de la DSO ainsi que Ed Horne et Brent Law de la DRE mesurent les propriétés de la colonne d'eau. Ils déploient un analyseur de granulométrie laser sur place ainsi qu'une caméra numérique de silhouettage du floc pour déterminer la granulométrie complète des particules en suspension. Par ailleurs, Jennifer Martin de la Station biologique de St. Andrews mesure les propriétés optiques et les pigments végétaux et dénombre les cellules. Cette expérience marque l'une des premières fois où l'on mesure la granulométrie et les autres détails des matières particulaires en suspension en même temps que les pigments végétaux et le nombre de cellules. Il est à espérer que ces données complémentaires aideront à élaborer enfin un algorithme ciblant une espèce en particulier.

Changements considérables dans la composition de l'écosystème du sud du golfe du Saint-Laurent observés grâce à la surveillance à long terme

Depuis 1971, les relevés au chalut de fond plurispécifiques normalisés effectués chaque année ont permis de vérifier l'abondance des principales ressources de poisson de fond dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Cette série de données à long terme est devenue un outil inestimable pour surveiller les changements au fil du temps concernant l'abondance et la composition d'espèces et par le fait même la santé globale de l'écosystème du sud du golfe.

La composition des espèces suit un flux constant pour la série chronologique de 36 ans. La population de gros poissons démersaux a diminué et ils sont peu abondants depuis le début des années 1990. En revanche, de petits poissons fourrage et de nombreux macroinvertébrés non exploités dont la population a augmenté sont devenus très abondants dans les années 1990. La modification de la composition biogéographique des populations de poisson donne à penser que le changement climatique a une incidence sur la composition des espèces. Par exemple, l'abondance accrue des espèces de l'Arctique au milieu et à la fin des années 1990 reflète probablement l'eau froide du fond au cours de cette décennie. Toutefois, les effets directs et indirects de la pêche semblent aussi une cause importante à l'origine de ces changements dans la composition des espèces. Ces données demeurent une précieuse mine de renseignements pour les chercheurs et le Secteur des sciences du MPO continuera de les mettre à profit de façon ingénieuse.

Mise en place d'un réseau de bouées acoustiques satellitaires pour la localisation en temps réel des baleines dans le Saint-Laurent

Un réseau intégré de bouées acoustiques intelligentes a été mis en place pour détecter, identifier et localiser les baleines en temps réel dans leur environnement et communiquer l'information recueillie à des stations situées sur terre ou à des navires par satellite ou Internet ou encore au moyen d'un système de communication sur fréquences radio. On peut utiliser ce réseau de bouées portatives peu coûteuses comme observatoire des mammifères marins pour mesurer les vocalises d'un animal dans un continuum d'espace-temps dans de grands bassins ou comme système d'avertissement pour mieux protéger les baleines sur les routes navales ou autour de plateformes mobiles ou fixes au cours d'activités menaçantes de haut niveau acoustique. Le réseau de bouées, qui s'adapte facilement à différentes tâches, a été conçu en prévision des développements futurs. Il est possible de le déployer en dérive, mais aussi de l'ancrer sur le fond marin ou sur un couvert de glace. Les premiers essais en mer ont été effectués en août 2006 dans le Saint-Laurent. On peut en apprendre davantage dans le site Web de l'Université du Québec à Rimouski **http://wer.uqar.qc.ca/uqar-info/010407/bouees_ysimard.asp**

Des bouées acoustiques sont prêtes à être déployées pour détecter des mammifères marins dans le Saint-Laurent.

Espèces aquatiques envahissantes dans les Grands Lacs

Des activités de surveillance ciblant les espèces aquatiques envahissantes dans les Grands Lacs ont été réalisées en 2006 dans la rivière St. Marys (lac Huron) et le port de Hamilton (lac Ontario). Des relevés étaient prévus dans les secteurs préoccupants des Grands Lacs pour compléter les études en cours sur le poisson (pêche à l'électricité) et les invertébrés à l'appui de l'engagement du MPO à l'égard de l'*Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs*. Selon la définition figurant dans cet accord canado-américain, un secteur préoccupant est « un secteur géographique qui ne répond pas aux objectifs généraux ou spécifiques de l'Accord, ce qui fait que son utilisation ou que sa capacité de servir d'habitat aux organismes aquatiques est diminuée ou est susceptible de l'être ». Les deux administrations fédérales ont répertorié 43 secteurs préoccupants, soit 26 dans les eaux américaines et 17 dans les eaux canadiennes; sur ce nombre, 5 secteurs se trouvent de part et d'autre de la frontière dans des réseaux hydrographiques reliés. Deux des 43 secteurs préoccupants recensés à l'origine ont été retirés de la liste.

Les relevés plurispécifiques permettent de recueillir des données importantes pour la science des écosystèmes. Des employés du MPO font des prélèvements et entrent des données pour un relevé plurispécifique dans le golfe du Saint-Laurent en 2006.

Dans le cadre du projet des espèces aquatiques envahissantes dirigé par Christine Brousseau, Tom Pratt et Lisa O'Connor, du Secteur des sciences du MPO, les chercheurs ont évalué plusieurs types d'engins de pêche en comparant leur efficacité avec celle de la pêche à l'électricité pour ce qui est de détecter de nouvelles espèces dans les eaux côtières des Grands Lacs. Les résultats montrent qu'un protocole de relevé s'impose pour les engins multiples en raison de la diversité des habitats observés (zones côtières, ports, fleuves, rivières et cours d'eau reliant des lacs). On a capturé cinq espèces envahissantes dans la rivière St. Marys et huit dans le port de Hamilton, notamment le rotengle *(Scardinius erythrophthalmus)*; le buffalo à grande bouche *(Ictiobus cyprinellus)*, espèce en péril; et deux espèces de poisson non consignées auparavant. En collaboration avec Mohi Munawar, le personnel du Secteur des sciences du MPO a aussi surveillé les niveaux trophiques inférieurs (plancton et benthos) dans le port de Hamilton et on traite actuellement les échantillons prélevés. Les résultats seront mis à profit dans la conception et la mise en œuvre d'un programme de surveillance des espèces aquatiques envahissantes en 2007 et par la suite.

Surveillance et évaluation du poisson de fond en Colombie-Britannique

On a souvent tenté d'effectuer des relevés halieutiques des espèces de poisson de fond sur la côte de la Colombie-Britannique au fil des ans : la MPO en a entrepris environ 680 dans la Région du Pacifique au cours des 60 dernières années. Les premiers relevés, réalisés pendant les années 1940 et 1950, étaient surtout de nature exploratoire et visaient principalement à découvrir de nouveaux lieux de pêche. Au cours des années 1980 et 1990, les relevés, financés exclusivement par le gouvernement fédéral, s'attachaient à évaluer les effets des pêches commerciales sur l'abondance des espèces de poissons de fond.

Le chalutage du poisson de fond sur la côte du Pacifique donne lieu à la capture de plus de 200 espèces, mais on n'en a évalué qu'une vingtaine jusqu'à présent. Une nouvelle approche s'imposait pour répondre aux

exigences plus complexes en matière d'évaluation et accroître l'efficience compte tenu des ressources limitées. En 2003, les scientifiques de la Station biologique du Pacifique ont élaboré pour les relevés plurispécifiques un plan d'action couvrant toutes les zones de la côte du Pacifique et prévoyant un relevé de chacune d'elles tous les deux ans. La plus grande partie du financement nécessaire pour ces travaux a été assurée conjointement par l'industrie de la pêche commerciale, le MPO et les intervenants qui ont aidé à concevoir les relevés et qui y ont participé. Les relevés ont été conçus de manière à satisfaire aux exigences de la gestion des pêches, à donner suite aux recommandations formulées à l'issue du récent examen d'évaluation des stocks, à appuyer les dispositions de la *Loi sur les espèces en péril* et à favoriser une approche de l'évaluation des stocks axée sur les écosystèmes.

Les auteurs d'un rapport rédigé en 2006 (Stanley et coll. 2007) ont évalué les résultats, les coûts et les attentes se rapportant aux relevés. Ils ont utilisé un simulateur afin de vérifier l'exactitude des relevés effectués pour suivre les populations de poisson au fil du temps et explorer le ratio coût-efficacité de la conception actuelle des relevés. D'après les résultats de l'analyse des données pour une quarantaine d'espèces, les relevés ont permis dans la plupart des cas d'assurer un suivi adéquat ou excellent; par ailleurs, la configuration et la fréquence actuelle des relevés présentaient le meilleur ratio coût-efficacité. Avant les relevés de 2009, la conception des relevés sera réexaminée lorsque l'on aura accès à de nouvelles données. On peut en apprendre davantage en consultant « A Review of the Queen Charlotte Sound Groundfish Bottom Trawl Survey (2003-2005) » dans *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2709, viii + 59 p.

Développement de nouvelles technologies pour les relevés visuels des sébastes

Sébaste capté par une caméra embarquée sur un véhicule télécommandé ROV

Pour observer et évaluer les nombreuses espèces de sébastes démersales sur la côte canadienne du Pacifique, les chercheurs du MPO se heurtent à des défis inédits, particulièrement pour les relevés sur fond dur dans des eaux moyennement ou très profondes (de 20 à 200 mètres). Les méthodes acoustiques et les techniques de relevé traditionnelles ne constituent pas des outils de prélèvement efficaces pour étudier les poissons qui vivent dans des zones accidentées ou à proximité. Les submersibles habités et les véhicules télécommandés équipés d'appareils photo sous-marins figurent parmi les outils de relevé de prédilection pour les biologistes. Les données visuelles peuvent fournir de l'information sur l'abondance, les interactions entre les espèces et le comportement des poissons, mais les observations se limitent à quelques mètres – autrement, elles pourraient induire en erreur, car les poissons évitent de s'approcher du véhicule.

À la Station biologique du Pacifique, la section de la technologie appliquée a proposé de jumeler la technologie éprouvée du sonar DIDSON (Dual-Frequency IDentification SONar) et des appareils photo sous-marins pour accroître la portée de la détectabilité de la cible et surveiller le comportement des poissons en réaction au véhicule télécommandé qui s'approche. De longues heures de travail de l'équipe technique spécialisée dans l'atelier d'électronique et à quai ainsi que les manœuvres minutieuses du *NGCC* Vector au cours des relevés ont permis de tracer avec succès 33 transects. L'analyse préliminaire des images DIDSON montre que les sébastes n'ont guère de réaction à l'approche du véhicule télécommandé – et que les autres espèces l'évitent.

L'équipage scientifique, composé de dix membres de la Station biologique du Pacifique et d'un de l'Institut océanographique de Bedford, à Halifax, a profité de l'occasion pour tester les modes et techniques de relevé faisant appel au véhicule télécommandé et recevoir une formation sur le pilotage de ce type de véhicule. Des travaux supplémentaires sont prévus pour évaluer plus en détail le système DIDSON afin de déterminer s'il s'agit d'un bon outil pour vérifier et mesurer la taille des cibles observées.

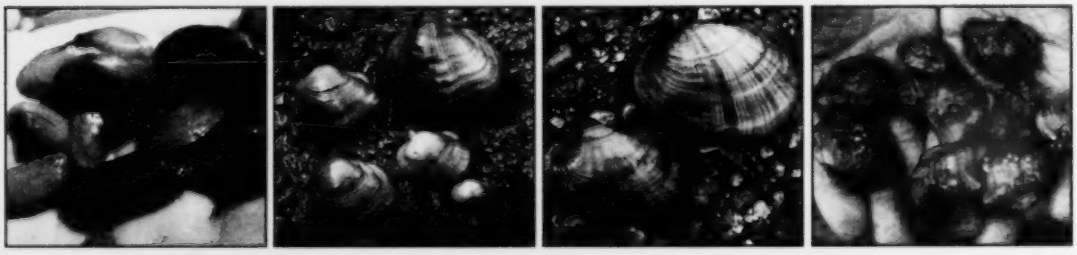
C : FORMULATION D'AVIS

Le Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) coordonne le processus consultatif du Secteur des sciences du MPO en collaboration avec les Centres des avis scientifiques régionaux. Ce réseau de coordination est chargé de faire respecter des normes d'excellence élevées en ce qui concerne la présentation de renseignements scientifiques évalués par les pairs et la formulation d'avis permettant la prise de décisions judicieuses.

Avis à l'appui de la *Loi sur les espèces en péril* dans les Grands Lacs

Il incombe à Pêches et Océans Canada de protéger toutes les espèces aquatiques et d'appliquer certaines dispositions de la *Loi sur les espèces en péril* en vigueur au Canada. Le Secteur des sciences formule plusieurs types d'avis à l'appui de cette loi.

Le Secteur soumet à l'examen de spécialistes toutes les données disponibles. Par ailleurs, les données du MPO et d'autres organisations sur les espèces d'intérêt prioritaire sont examinées par des pairs avant d'être soumises à l'évaluation du *Comité sur la situation des*



Moules d'eau douce en voie de disparition
En 2006, le Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques a mis la dernière main à la stratégie de rétablissement visant deux espèces de moules d'eau douce en voie de disparition, soit l'obovarie ronde et le ptychobranche réniforme. Il s'agit de la toute première stratégie de rétablissement élaborée sous l'égide de la *Loi sur les espèces en péril*. D'ici la fin de l'année, on en achèvera trois nouvelles visant six autres espèces de moules d'eau douce en voie de disparition et, en collaboration avec la province d'Ontario, le premier poisson d'eau douce, l'omble Aurora également en voie de disparition. Toutes les espèces montrées ici sont en voie de disparition ou menacées. On voit dans la première main des mulettes du necturus; les cinq moules regroupées sont des dysnomies ventrues jaunes; les deux suivantes sont des lampsiles fasciolées; et les deux autres mains tiennent des mulettes feuille d'érable.

espèces en péril au Canada (COSEPAC), après quoi ce dernier examine les rapports d'évaluation. Par exemple, la lamproie argentée a fait l'objet cette année d'un examen par les pairs avant l'évaluation par le COSEPAC. En outre, le Secteur des sciences formule des avis sur les évaluations du rétablissement potentiel effectuées par le COSEPAC à l'égard des espèces que l'on envisage d'inscrire à la liste des espèces protégées en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*.

La grande majorité des espèces aquatiques protégées par cette loi proviennent de l'écosystème des Grands Lacs. Dans le bassin des Grands Lacs, 16 espèces de poissons sont inscrites à l'annexe 1*, 5 à l'annexe 2 et 9 à l'annexe 3. Huit espèces de moules d'eau douce sont inscrites à l'annexe 1. Une évaluation du potentiel de rétablissement du saumon de l'Atlantique et de l'esturgeon jaune dans le lac Ontario a été entreprise cette année.

*On peut consulter une explication complète des annexes de la *Loi sur les espèces en péril* dans le site Web du MPO **http://www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/faq/faq_f.asp**

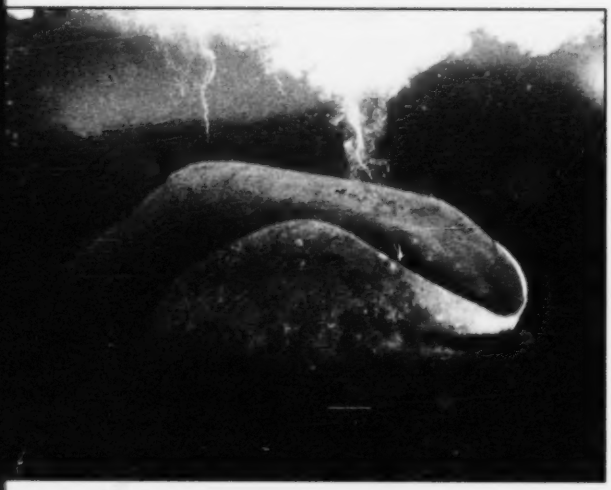
Parmi les autres évaluations du potentiel de rétablissement de poissons et de moules d'eau douce, mentionnons le chabot du versant est (rivières St. Mary et Milk), la truite fardée versant de l'ouest (population d'Alberta), le lépisosté tacheté, le cisco à museau court, le chevalier noir, l'omble aurora, le dard de sable, le fouille-roche gris, le tête carmin, le méné d'argent de l'Ouest, le sucet de lac, le chat-fou du Nord, le méné camus, le chabot de profondeur (population des Grands Lacs), le ptychobranche réniforme, l'obovarie ronde, la villeuse haricot, la dysnomie ventrue jaune, l'épioblasme tricorne, la mulette du necturus, la lampsile fasciolée, la physe du lac Winnipeg et le pleurobème écarlate.

Avant de mener à bien l'évaluation portant sur ces espèces d'eau douce, il faudra effectuer des travaux approfondis sur l'habitat critique. La recherche se poursuit sur plusieurs espèces pour favoriser leur rétablissement et, dans certains cas, pour mieux comprendre leur état.

Évaluation de la distribution et de la structure sociale de l'épaulard dans les eaux de Terre-Neuve-et-Labrador

La plupart des Canadiens savent qu'il y a des épaulards dans les eaux canadiennes du Pacifique. Toutefois, les épaulards indigènes des eaux canadiennes de l'Atlantique ne sont pas encore aussi connus. En 2006-2007, Jack Lawson, Tara Stevens et David Snow, chercheurs au MPO, ont entrepris la première étude exhaustive de cette espèce dans les eaux de Terre-Neuve-et-Labrador. Nos connaissances sur les épaulards des eaux canadiennes de l'Atlantique reposent en grande partie sur des observations fortuites le long de la crête atlantique, notamment dans le golfe du Saint-Laurent. Pour évaluer l'état de cette population dans la région et par le fait même sa sensibilité aux répercussions et aux menaces attribuables aux activités humaines, le MPO recueille de l'information sur son abondance, sa distribution et son cycle biologique (p. ex., quel est son domaine vital et quelles sont ses habitudes de déplacement dans cette zone?).

Un épaulard de l'Atlantique fait surface près d'un navire de surveillance. Photo : © Arlene Erven



Une baleine boréale. Photo : BBC

Par le passé, la surveillance systématique de l'épaulard dans l'Atlantique comportait des lacunes. Étant donné que le public est mieux renseigné sur cette espèce grâce aux efforts de sensibilisation et que le MPO a mené des enquêtes par entrevue pour recueillir des données à l'égard des espèces protégées en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*, par exemple, la rorqual bleu *(Balaenoptera musculus)* et la tortue luth *(Dermochelys coriacea)*, un plus grand nombre d'épaulards ont été signalés. Comme pour le nord-est du Pacifique, on peut utiliser différentes sources afin de recueillir cette information pour la région de l'Atlantique : identification photographique, série d'observations dirigées et fortuites et échantillonnage génétique et acoustique. Dans la région, les premières observations reposant sur la série de photos d'épaulards près des côtes prises par David Snow donnent à penser que certains d'entre eux présentent un profil géographique transitoire. En partant de cette information, M. Lawson et M^me^ Stevens ont recueilli des milliers d'images supplémentaires et construit un catalogue de photos à grande échelle pour étudier plus en détail la résidence et la structure sociale de l'épaulard. L'équipe a ainsi pu identifier 64 individus et il reste encore des images de centaines d'autres qui restent à identifier. Le nouveau catalogue a par ailleurs permis de constater que certains individus reviennent dans le même secteur après plusieurs mois voire des années.

Les données recueillies par les chercheurs témoignent de la présence d'environ 13 bandes d'épaulards – qui comptent pour la plupart entre trois et sept individus – mais on ne sait pas s'il s'agit d'une appartenance de longue durée. Les chercheurs ont également observé des déplacements sur de grandes distances (plus de 600 milles nautiques) d'individus connus au cours d'une année et d'une année à l'autre. Les observations d'épaulards sont prévisibles à la fin de l'été au large de la côte sud de la terre ferme et ailleurs dans les eaux canadiennes de l'Atlantique pendant l'été et l'automne. Au cours de l'hiver, on a aussi observé sur des banquises de la côte nord de l'île de Terre-Neuve des épaulards se nourrissant peut-être de phoques du Groenland.

Le rapport de recherche intitulé *Killer Whales of Atlantic Canada, with particular reference to the Newfoundland and Labrador Region* sera affiché dans le site Web du Secrétariat canadien de consultation scientifique du MPO prochainement.

Évaluation de la population de baleine boréale dans l'est de l'Arctique canadien

En mai 2005, le COSEPAC a statué que la baleine boréale *(Balaena mysticetus)* dans l'est de l'Arctique serait désormais considérée comme une « espèce menacée » et non plus comme une « espèce en voie de disparition ». Les réunions d'examen par les pairs tenues sous l'égide du Secteur des sciences du MPO ont contribué à l'élaboration de la stratégie de rétablissement d'espèces protégées en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* pour la population de baleine boréale du détroit de Davis et de la baie de Baffin ainsi que pour celle de la Baie

d'Hudson et du bassin Foxe. Le MPO a également formulé des avis à la Gestion des pêches et au Conseil de gestion des ressources fauniques du Nunavut relativement à la gestion de la baleine boréale et à la taille des quotas.

En 2006, à la lumière des résultats d'un programme de surveillance de la baleine boréale, les chercheurs du MPO ont déterminé qu'il y a une seule population de cette espèce dans l'est de l'Arctique – et non deux comme on le croyait auparavant – et qu'elle regroupe environ 7 000 individus.

Au cours de l'étude d'une durée de 10 mois, les chercheurs du MPO ont eu recours à une technologie relativement récente pour poser des marqueurs sur neuf baleines boréales afin de surveiller leurs déplacements. Les résultats confirment qu'il s'agit d'une seule population capable de se déplacer sur de grandes distances, que ses voies de migration varient et que les baleines de différentes zones de l'Arctique de l'est canadien partagent des aires d'estivage et d'hivernage. Le succès du programme de marquage illustre bien l'importance d'utiliser une technologie avant-gardiste pour surveiller à distance les déplacements des animaux marins et aborder des problèmes de gestion importants. D'autres travaux sont en cours pour étudier, définir et mettre en évidence les préférences importantes des baleines boréales en ce qui a trait à leur habitat.

Comme l'Accord sur les revendications territoriales du Nunavut consacre le droit des Inuits à chasser la baleine boréale, il est important de comprendre la capacité des stocks à faire face à ces prises. Les questions de l'identité et de la structure des stocks, notamment une aire de répartition qui chevauche plusieurs régions et transcende les frontières internationales, sont des considérations importantes pour formuler des avis sur les quotas de chasse accordés aux collectivités du Nunavut et du Nunavik.

En mai 2007, la Commission internationale baleinière a accepté une nouvelle définition de la population de baleines boréales de l'Arctique de l'Est canadien, fondée sur ces travaux et des travaux similaires menés au Groenland, la population étant partagée entre les deux pays. Trois documentaires consacrés aux recherches du MPO sur la baleine boréale ont été présentés dans le cadre de bulletins de nouvelles spéciaux *The National* du réseau de télévision CBC, diffusés en 2006 à partir du passage du Nord-Ouest. On peut voir les vidéos (en anglais seulement) dans le site Web de la CBC **www.cbc.ca/news/background/northwest-passage**

Jeune phoque annelé près de son trou d'aération

Étude des populations résidentes de phoque et travaux de forage dans la mer de Beaufort

L'étude avait pour objet de recenser et d'évaluer les effets potentiels des activités industrielles en haute mer sur les populations résidentes de phoque dans le but de formuler des avis sur les mesures d'atténuation et les études de surveillance que l'on pourrait utiliser efficacement dans l'avenir.

L'aire d'étude se trouve autour du site Paktoa de la Devon Canada Corporation au puits EL420 dans le sud-est de la mer de Beaufort. Pendant les trois premières années de l'étude (2003, 2004

et 2005), l'activité industrielle n'avait pas encore débuté au site, mais la dernière partie d'une saison de forage exploratoire a coïncidé avec la quatrième année (2006) lorsque Devon Canada a testé puis abandonné son puits de reconnaissance, démobilisé l'installation de forage et assuré la construction et l'entretien d'une route de glace et d'une piste d'atterrissage. Le MPO a eu recours à différentes méthodes, notamment des études des glaces au moyen de chiens détecteurs formés à cette fin, le marquage et le repérage par satellite de 20 individus, des relevés aériens toute l'année au cours de la période d'exposition au soleil des phoques et le prélèvement de 62 échantillons pour examiner l'état physique et reproducteur des individus. Au cours des quatre années de l'étude, les travaux ont grandement bénéficié de la participation de 19 techniciens inuvialuit sur le terrain.

On n'a guère observé de variations dans la distribution des abris subniveaux et des trous d'aération ou dans le comportement et la distribution des phoques annelés entre les années selon que l'industrie exerçait ses activités ou non. L'abandon naturel de ces structures s'est chiffré entre 21 et 26 p. 100 en 2003, 2004 et 2005, mais il a été ramené à 10 p. 100 en 2006. On attribue cette baisse au fait que la glace a pris beaucoup plus tard cette année-là. Les échantillons prélevés montraient que les phoques annelés dans la région étaient en bonne condition et possédaient des réserves de gras adéquates, que leur état reproducteur était normal, qu'ils présentaient un taux d'hydrocarbures aromatiques polycycliques nul ou négligeable, et que 74 p. 100 avaient une proie dans leur estomac. On a observé une augmentation appréciable de la densité de phoques exposés au soleil au bord de la glace par rapport à ceux qui se trouvent plus loin, mais il a été impossible d'établir un lien entre la distribution des phoques exposés au soleil et le site de Paktoa pour une année quelconque.

Dans l'ensemble, l'étude a permis de recueillir des données de référence importantes sur l'utilisation des zones situées près des côtes de la mer de Beaufort par les phoques annelés au cours du printemps et elle servira de point de référence pour les études à venir touchant des opérations de forage multiples ou à long terme. D'après les résultats, une saison de forage au site de Paktoa n'a eu aucun effet détectable sur les phoques annelés dans l'aire à l'étude. Les effets d'une exposition plus longue à une activité industrielle ou à une exposition à plusieurs sources industrielles demeurent inconnus.

Chiens détecteurs près du site de Paktoa

Avis scientifiques sur les populations de narval, de flétan du Groenland et de béluga dans l'Arctique

Le Secteur de sciences du MPO a formulé des avis scientifiques en réponse aux demandes de la Gestion des pêches et de l'aquaculture du ministère et du Conseil de gestion des ressources fauniques du Nunavut concernant l'examen et l'augmentation éventuelle des quotas pour le narval dans le nord de la baie d'Hudson, la pêche exploratoire de flétan du Groenland dans les eaux intérieures et les prises de crabes dans la division 0 de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO). En 2006, il y a eu deux activités de piégeage de béluga, soit aux lacs Husky et dans la baie Cumberland. Le Secteur des sciences a formulé des avis à l'appui de la prise de décisions dans les deux cas ainsi que pour l'aménagement d'une zone fermée en vertu de la division 0A de l'OPANO pour protéger la zone d'hivernage du narval, ce qui permet aussi d'y protéger les coraux des grands fonds.

Techniciens sur le terrain inuvialuits en compagnie d'un phoque annelé

Plan d'action du Canada pour les océans : le Secteur des sciences à l'appui de la gestion intégrée

En vertu du Plan d'action du Canada pour les océans, cinq zones étendues de gestion des océans (ZEGO) ont été établies en 2004 : la zone de gestion intégrée de la côte nord du Pacifique (GICNP); la mer de Beaufort; la zone de gestion intégrée du golfe du Saint-Laurent (GIGSL); la zone de gestion intégrée de l'est du plateau néo-écossais (GIEPNE); ainsi que la baie de Plaisance et les Grands Bancs (BPGB). À l'appui de la gestion intégrée dans les ZEGO, le Secteur des sciences a adopté une approche nationale et élaboré des objectifs de conservation axés sur les sciences portant sur l'état des composants non humains de l'écosystème.

En janvier 2007, une approche uniforme à l'échelle nationale a été établie pour les objectifs de conservation, qui guideront les participants tout au long du processus de gestion intégrée en établissant les balises à l'intérieur desquelles seront établis les objectifs sociaux, culturels et économiques propres aux ZEGO. Nous pourrons ainsi nous assurer que la nature et l'ampleur des répercussions des activités humaines ne porteront pas atteinte à la pérennité des écosystèmes. Les objectifs de conservation reposent sur quatre types d'enjeux : les zones d'importance écologique ou biologique; les espèces d'importance écologique et attributs des communautés d'importance écologique; les espèces décimées ou rare; et les zones dégradées.

On peut en apprendre davantage en consultant le *Document d'orientation pour l'identification des priorités en matière de conservation et la formulation d'objectifs de conservation pour les zones étendues de gestion des océans* du Secrétariat canadien de consultation scientifique **http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/csas/etat/2007/SAR-AS2007_010_F.pdf**

Évaluation de l'écosystème de la mer de Beaufort – aperçu et rapport intégral

La mer de Beaufort est un écosystème marin complexe. La productivité de la région, en particulier près des côtes, constitue depuis des décennies une importante ressource pour l'occupation humaine. À l'appui de la ZEGO de la mer de Beaufort, le Secteur des sciences du MPO et ses partenaires pour la gestion conjointe ont mis à profit leur expertise et donné des conseils pour l'élaboration du *Beaufort Sea Ecosystem Overview* et du *Beaufort Sea Ecosystem Assessment Report* à l'intention du Secteur des océans du MPO.

Dans le volume 1, l'aperçu décrit la structure et la fonction de l'écosystème ainsi que les lacunes au chapitre des connaissances. Dans le volume 2, les auteurs présentent et évaluent les conséquences écologiques des activités humaines (présentes et futures) pour aider le gouvernement, l'industrie et les Inuvialuits à prendre des décisions éclairées. Le rapport détermine par ailleurs les zones, les espèces et les attributs des communautés qui revêtent une grande importance sur le plan écologique ou biologique. Certaines conclusions et recommandations ont été formulées dans le but d'atteindre un équilibre entre le développement économique et l'intégrité de l'écosystème.

La science et la recherche sont essentielles pour parvenir à cet équilibre en vue d'élaborer des systèmes de surveillance ainsi que des stratégies d'atténuation ou de gestion efficaces. Un rapport technique canadien sur le sujet est en préparation à l'heure actuelle. Pour en apprendre davantage, on peut consulter la *Loi sur les océans* de 1996 **http://laws.justice.gc.ca/fr/showtdm/cs/O-2.4** On peut aussi consulter le *Plan d'action du Canada pour les océans* **http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans-habitat/oceans/oap-pao/index_f.asp**

La cartographie des espèces en péril : nouvel outil pour la conservation et la gestion de l'habitat

Le Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques, division de recherche du Secteur des sciences du MPO, a recueilli des données sur la distribution des poissons et des moules en Ontario pour mettre à jour les dossiers historiques et tracer un portrait exact de la distribution actuelle des espèces en péril. En 2003, un précieux outil de description a été élaboré pour un projet réalisé par la Gestion de l'habitat et ses partenaires avec l'appui financier du programme national relatif à la *Loi sur les espèces en péril*. Ce projet visait plusieurs objectifs :

- recueillir et valider les données sur la distribution des poissons et des moules en Ontario;
- développer une application cartographique Web pour le personnel du Secteur de l'Ontario et des Grands Lacs qui s'occupe des espèces en péril;
- élaborer un atlas accompagné de documents à l'appui pour les partenaires;
- mettre à jour l'application de cartographie Web grâce à des données valides actuelles.

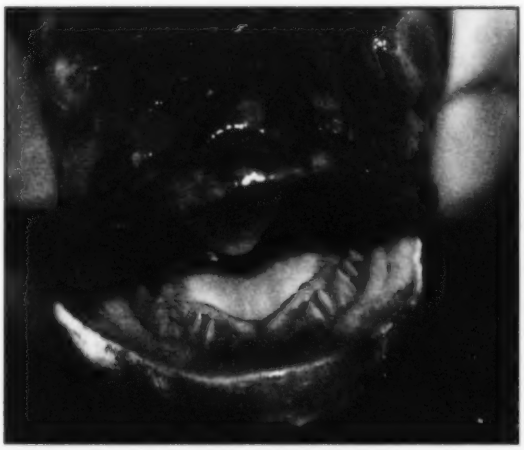
Nick Mandrak et Carolyn Bakelaar du Laboratoire des Grands Lacs ainsi que Debbie Ming et Peter Brunette des Océans et de l'Habitat du poisson (Secteur de l'Ontario et des Grands Lacs) ont collaboré au développement de l'outil, en l'occurrence une série de cartes, pour le Secteur et les organismes partenaires, notamment les offices de protection de la nature, le ministère des Richesses naturelles et le ministère des Transports de l'Ontario. Chaque carte utilise un code de trois couleurs correspondant à l'état selon la *Loi sur les espèces en péril* et indique la présence d'espèces en péril dans un segment d'un cours d'eau. Par exemple, la couleur rouge indique les segments où sont

présentes des espèces menacées, en danger de disparition ou disparues qui figurent sur la liste des espèces en péril de la LEP. Les applications de cartographie aident à déterminer le degré de participation du Secteur dans le processus de renvoi (par exemple, les activités terrestres ou aquatiques qui pourraient avoir une incidence sur l'habitat du poisson).

En juin 2006, une ébauche de l'outil de cartographie a été distribuée aux partenaires du Secteur. Il s'agissait d'un « atlas » de 143 cartes – offert sous forme électronique sur CD et par l'intranet du MPO dans une application de cartographie Web. En juin 2007, la version 1 a été lancée officiellement. Le projet se poursuivra au cours des prochaines années : le niveau de risque associé aux différentes espèces évolue et on recueille de nouvelles données sur la distribution.

Évaluation des espèces aquatiques envahissantes : le poisson à tête de serpent au Canada

Le poisson à tête de serpent, qui vit en eau douce, est extrêmement robuste et très vorace en tant que prédateur d'autres espèces de poissons. Sa taille atteint rapidement plus de 1,5 mètre. On compte en Eurasie et en Afrique jusqu'à 36 espèces de poissons à tête de serpent indigènes, dont la plupart sont connues pour leur capacité notoire à respirer de l'air et à se déplacer sur le sol. Certaines espèces sont utilisées pour le commerce de poissons d'aquarium et de poissons de consommation vivants. Elles peuvent sans problème rester hors de l'eau pendant plusieurs heures – ou même des jours – et sont expédiés dans une toile de jute humide. On a même vu des poissons à tête de serpent encore en vie après avoir été congelés!



Le poisson à tête de serpent *(Channa argus)*
Ce prédateur vorace très prisé comme poisson de consommation est la seule espèce de la famille des channidés qui vit dans des eaux froides tempérées.

Après avoir évalué les risques biologiques posés par le poisson à tête de serpent, les chercheurs Nick Mandrak et Becky Cudmore ont jugé que les risques d'introduction et de répercussions sont élevés dans les eaux canadiennes. On peut en apprendre davantage dans le site Web du MPO **http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/Csas/Publications/ResDocs-DocRech/2005/2005_075_f.htm**

Entente canado-américaine sur le merlu du Pacifique

Une entente entre le Canada et les États-Unis entrée en vigueur en janvier 2007 prévoit la mise en commun de l'évaluation et de la gestion des stocks ainsi que de la recherche sur les prises de merlu du Pacifique *(Merluccius productus)*. La population de cette espèce au large du Pacifique va de l'état de Baja California au sud-est de l'Alaska, la côte ouest de l'île de Vancouver marquant la limite nord de son abondance commerciale. Il s'agit de la plus abondante des trois populations présentes dans le nord-est de l'océan Pacifique qui assurent les pêches internationales conjointes et les pêches intérieures dans les eaux canadiennes et américaines. Entre 1966 et 2004, les prises se sont chiffrées en moyenne à 190 000 tonnes métriques par an.

Les travaux récents concernant le merlu du Pacifique ont donné les résultats ci-après :

- Le relevé hydroacoustique conjoint a montré que l'expansion ou la contraction des stocks est probablement liée aux variations des facteurs environnementaux, en particulier la température.
- Les travaux portant sur les larves indiquent une forte variabilité spatiale interannuelle dans le transport des larves, qui atteignent la partie extérieure du plateau continental seulement certaines années.
- Les scientifiques examinent l'information sur l'abondance et la productivité relatives des proies du merlu pour envisager des limites plausibles quant à la biomasse de cette espèce dans le courant de Californie.
- D'après l'analyse des données sur la composition par âge, certaines cohortes semblent croître à un rythme différent par rapport à d'autres échantillonnées au cours de la même année.

Une prise de merlu

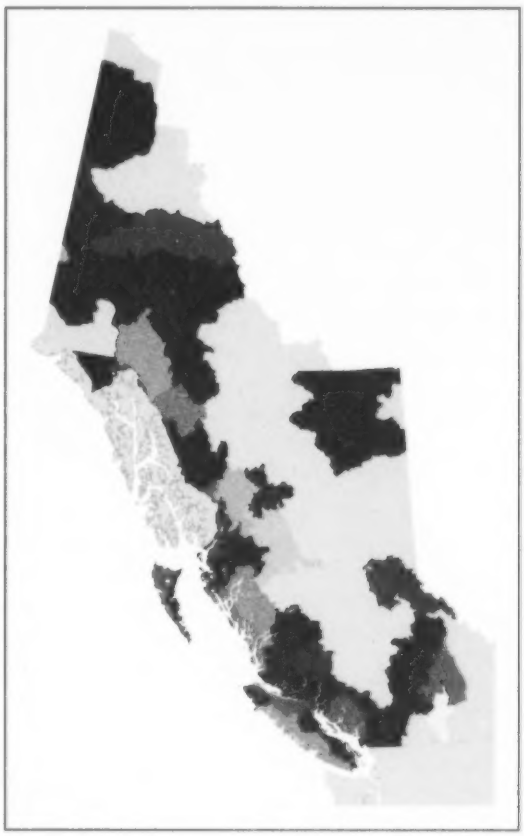
- Les individus âgés (cinq ans ou plus) de grande taille et principalement du sexe féminin migrent dans les eaux canadiennes. Pendant les épisodes d'El Niño, une plus grande proportion des stocks y migre, semble-t-il en raison des déplacements vers le nord plus intenses au cours de la période de migration active (Dorn 1995).

- L'aire de répartition prend aussi de l'expansion vers le nord au cours des épisodes d'El Niño, comme en témoignent les observations de merlu au sud-est de l'Alaska. Pendant les périodes où l'eau était chaude dans les années 1990, les modèles de distribution ont changé.
- On a observé des activités de frai dans le nord de la Californie. Par ailleurs, l'observation fréquente de quantités inhabituelles de jeunes individus entre l'Oregon et la Colombie-Britannique semble indiquer que les profils de peuplement du jeune merlu du Pacifique se sont aussi déplacés vers le nord à la fin des années 1990. C'est pourquoi les jeunes peuvent être soumis à une prédation accrue de la part d'espèces cannibales et plus vulnérables à la mortalité par pêche.
- Subséquemment, les conditions de La Niña semblent avoir entraîné un déplacement vers le sud au centre de la distribution des stocks et on a observé une plus faible portion dans les eaux canadiennes dans le cadre du relevé de 2001.

Détermination de la diversité biologique du saumon sauvage du Pacifique sous le régime de la *Politique concernant le saumon sauvage*

Les six grands principes sous-jacents de la *Politique concernant le saumon sauvage* visent à déterminer et à protéger la diversité biologique du saumon sauvage du Pacifique et à recenser les éléments de diversité qu'il faut préserver. La détermination de ces unités de conservation en Colombie-Britannique tire à sa fin et on commencera à décrire celles du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest après la cartographie de leurs zones écologiques.

Pour caractériser la diversité du saumon du Pacifique autour de trois grands axes à savoir, l'écologie, le cycle biologique et la génétique moléculaire, le Secteur des sciences du MPO a remanié une approche élaborée à l'origine par le service des pêches de la marine nationale américaine. (Voir R. Waples et coll., 2001, « Characterizing diversity in salmon from the Pacific Northwest », J. Fish. Biol. 59, p. 1 à 41.) On utilise ces trois axes pour cartographier



Zones adaptatives conjointes
La carte de la Colombie-Britannique et du Yukon montre l'emplacement de 49 zones écotypiques ou « zones adaptatives conjointes » qui sont à la base de la classification des unités de conservation. Chaque zone ne comprend pas nécessairement toutes les espèces. Par exemple, on trouve uniquement le saumon kéta dans le cours inférieur de la rivière Liard (en vert, dans l'angle nord-est de la Colombie-Britannique). Les zones du Yukon sont préliminaires.

l'adaptation locale de différentes façons. La première étape de la délimitation des unités de conservation repose uniquement sur l'écologie. Ces « écotypes » caractérisent l'environnement marin près des côtes et dans les bassins hydrologiques associés.

La deuxième étape s'applique au cycle biologique et à la génétique moléculaire – ainsi qu'à toute autre information écologique sur le saumon du Pacifique – pour regrouper ou séparer les unités de la première étape en unités de conservation. On a observé une grande compatibilité entre les caractérisations écotypiques, biologiques (cycle biologique) et génétiques de la diversité intraspécifique, ce qui semble indiquer que les unités de conservation décrivent une diversité réelle et importante axée sur l'adaptation.

Outre les avantages pragmatiques d'une méthode qui tire parti de toute l'information disponible pour décrire la diversité intraspécifique, une approche écotypique présente des avantages grâce aux caractérisations de l'habitat du saumon dans son sens le plus large. Qui plus est, la méthode cadre avec l'intention de la Politique d'utiliser les unités de conservation pour la conservation à la fois des modèles et des processus pour les saumons du Pacifique et leurs écosystèmes. On entend par « processus » le processus évolutif qui crée et maintient la diversité. (Voir C. Moritz, 2002, « Strategies to protect biological diversity and the evolutionary processes that sustain it ». *Systematic Biology*, 51(2), p. 238 à 254.)

Cette démarche a notamment permis de conclure que le saumon du Pacifique dans les eaux canadiennes présente une grande diversité comme en témoigne le nombre estimatif d'unités de conservation par espèce : 21 ou 22 pour le saumon rose; 29 pour le saumon kéta; de 45 à 48 pour le saumon coho; environ 50 pour le saumon quinnat; environ 250 pour le saumon rouge (alevinage en lac); et de 30 à 35 pour le saumon rouge (alevinage en rivière, en fleuve ou en mer).

D : GESTION DES DONNÉES ET DE L'INFORMATION

Archivage de 1 million d'observations par mois et leur nombre va en augmentant

La Direction de la gestion des données scientifiques intégrées (GDSI) du Secteur des sciences du MPO gère les données pour le Programme de monitorage de la zone atlantique, le Programme sur les espèces aquatiques envahissantes, le Programme national sur la santé des animaux aquatiques, le Pacific Ocean Shelf Tracking Project et Argo ainsi que les nombreux types de données océanographiques recueillies par le Secteur. Le volume des données sur les océans continue d'augmenter : pour certains types de données, environ 1 million d'observations s'ajoutent chaque mois aux archives de la Direction générale, soit une augmentation de 300 p. 100 au cours des trois dernières années.

La couverture des mesures et le taux d'échantillonnage des océans du monde ont augmenté ces dernières années et on a de plus en plus accès en temps réel aux données d'observation de la température et de la salinité grâce à la technologie satellitaire. Depuis sa création, la GDSI (auparavant le Service des données sur le milieu marin) a pris en charge le contrôle de la qualité des données en temps réel ainsi que la diffusion et l'archivage des données recueillies par les programmes de recherche canadiens et internationaux. Cette année, en collaboration avec un nouveau centre d'expertise virtuel, en l'occurrence le Centre de développement et d'application de modèles océaniques, elle a franchi une nouvelle étape en permettant d'intégrer toutes les données de température et de salinité disponibles pour produire des champs océanographiques tridimensionnels en temps réel.

E : PRODUITS DE DONNÉES ET SERVICES

En 2006-2007, la division Science des océans – Service hydrographique du Canada (OS-CHS) du Secteur des sciences du MPO a continué d'assumer une responsabilité plus vaste et exhaustive à titre d'autorité nationale en matière de science des océans et de cartographie. De plus, au milieu de 2006, elle a révisé sa stratégie de gestion des données, y intégrant un plan de mise en œuvre plus détaillé. En vertu d'une entente conclue avec Nautical Data International Inc., le Service hydrographique du Canada est depuis la fin de mars 2007 entièrement responsable de la production, du marketing, de la vente et de la distribution de ses cartes et données numériques, notamment de la délivrance de permis aux revendeurs et détaillants de produits à valeur ajoutée.

Pour continuer d'assurer la sûreté et l'accessibilité des voies navigables, le SHC a effectué des relevés sur le terrain, fourni des produits et des services pour la navigation et appuyé la sûreté et la sécurité maritimes ainsi que la souveraineté du Canada tout au long de 2006-2007.

Le SHC a par ailleurs fait la promotion de la sécurité nautique auprès du public et de nombreux plaisanciers en menant des activités de marketing et de liaison avec la clientèle, notamment dans le cadre de Découvrez le nautisme, des salons nautiques, des Canal Days et de la Journée mondiale de l'hydrographie avec le *Spirit of Canada*, et en participant au Conseil canadien de la sécurité nautique et aux Escadrilles canadiennes de plaisance.

GéoPortail

La Direction de la gestion des données scientifiques intégrées (GDSI) exploite le GéoPortail du MPO. Cette application Web assure le suivi des normes internationales pour présenter et regrouper l'information géographique émanant de différents sites du MPO. Sur le plan pratique, par exemple, on peut superposer sur demande les cartes des prises de homards, de la température des eaux de fond et de bathymétrie même si l'information provient de différentes régions du MPO. La Direction utilise des installations du GéoPortail, afin de tenir un inventaire en ligne fondé sur des normes pour présenter différentes données du Secteur des sciences gracieusement mises à la disposition de tous les utilisateurs. Une version d'essai de cet inventaire est actuellement en ligne, mais l'accès devrait être élargi au cours de l'année qui vient. On peut en apprendre davantage en visitant le GéoPortail **http://public.geoportal-geoportail.gc.ca**

Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS)

Le Service hydrographique du Canada et la Commission géologique du Canada de Ressources naturelles Canada collaborent avec la Commission géologique du Danemark pour recueillir des données bathymétriques sur la dorsale Lomonosov, chaîne de montagnes sous-marine située dans l'est de l'Arctique entre l'île d'Ellesmere et le Groenland, respectivement en territoires canadien et danois. Le Canada a jusqu'à la fin de 2013 pour présenter à la Commission des limites du plateau continental des Nations Unies des preuves à l'appui de sa revendication territoriale sur le plateau continental situé au-delà de sa zone économique exclusive de 200 milles marins sur la base des limites extérieures des plateaux continentaux.

Camp de relevés de l'UNCLOS
Le camp de relevés se trouve à la base des Forces canadiennes d'Alert, dans l'île d'Ellesmere. En unissant leurs efforts, le Canada et le Danemark pourront non seulement réduire les coûts, mais aussi interpréter ensemble les données recueillies, ce qui réduira la possibilité de revendications et de différends.

Implantation d'un nouvel outil cartographique au SHC

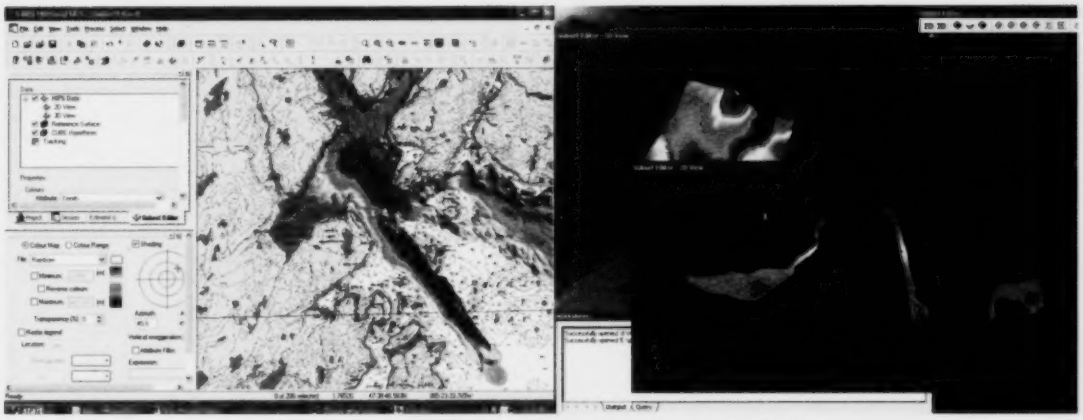
Le Service hydrographique du Canada est déterminé à s'imposer comme chef de file mondial de l'hydrographie et comme fournisseur proactif de produits. Conformément à cette vision, il s'est doté d'une nouvelle technologie pour produire des cartes marines papier et électroniques, révolutionnant ainsi les travaux des hydrographes.

Ce nouvel outil, le logiciel HPD de Caris, fait appel à une base de données commune partageant l'information source qui servira à élaborer les divers produits cartographiques. Il permet d'éviter les doubles emplois lors de la production des cartes d'un même secteur géographique à différentes échelles. Les versions papier et électroniques sont réalisées à partir des mêmes données, ce qui assure une plus grande uniformité entre les deux.

Après le chargement de la base de données – étape préliminaire qui nécessite un effort appréciable – on évite les doubles emplois. Les données source sont analysées une seule fois et leur représentation est utilisée dans les produits visés. La nouvelle technologie permet d'améliorer l'efficience au moment de la production des éditions ultérieures, car les données utilisées pour produire les cartes sont gérées dans une base de données parfaitement intégrée.

Grâce à l'intégration des données source et des données produit, il est possible de synchroniser la production des cartes papier et électronique et ce, dans un plus court délai. Pour la première fois, nous pouvons publier ces deux cartes presque simultanément.

Le Canada s'est joint au Chili et au Mexique lors de la Conférence hydrographique canadienne tenue à Halifax en juin 2006 pour annoncer la publication d'une carte marine utilisant cette technologie canadienne. La toute première carte canadienne produite au moyen de ce nouvel outil est celle du port de Québec. La production simultanée de cette carte en versions papier et électronique (CEN), une première mondiale, confirme le leadership du SHC parmi les pays producteurs de cartes marines.



Le progiciel CARIS HD présente une vue rapprochée de Belle Bay (Terre-Neuve-et-Labrador)

Journée mondiale de l'hydrographie

La Journée mondiale de l'hydrographie a été créée en 2006 avec l'appui des Nations Unies et de l'Organisation hydrographique internationale dans le but de faire connaître l'hydrographie. Lors de cette journée spéciale, qui s'est tenue le 21 juin, le SHC s'est associé au Conseil canadien de la sécurité nautique et aux Escadrilles canadiennes de plaisance pour promouvoir la sécurité nautique auprès du public et de nombreux plaisanciers.

Science des océans – Service hydrographique du Canada sur la scène internationale

Pour appuyer et promouvoir encore davantage la participation du Canada au milieu international des sciences des océans et des cartes nautiques, Sciences des océans – Service hydrographique du Canada (SO-SHC) participe activement aux organisations ci-après :

- la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO, qui fournit aux États membres des Nations Unies un mécanisme de coopération internationale pour l'étude des océans;
- le Système mondial d'observation de l'océan (SMOO), réseau permanent d'observation, de modélisation et d'analyse des variables marines et océaniques à l'appui des services océaniques opérationnels à l'échelle mondiale;
- l'Organisation hydrographique internationale (OHI), organisme consultatif et technique créé en 1921 à l'appui de la sécurité nautique et de la protection de l'environnement marin, ainsi que ses comités;
- l'Organisation maritime internationale (OMI), organisme des Nations Unies qui a été mis sur pied afin de maintenir un cadre réglementaire pour régir les opérations maritimes et dont le mandat englobe la sûreté, la pollution du milieu marin, les questions juridiques, la coopération technique, la sécurité maritime et l'efficience des opérations maritimes.

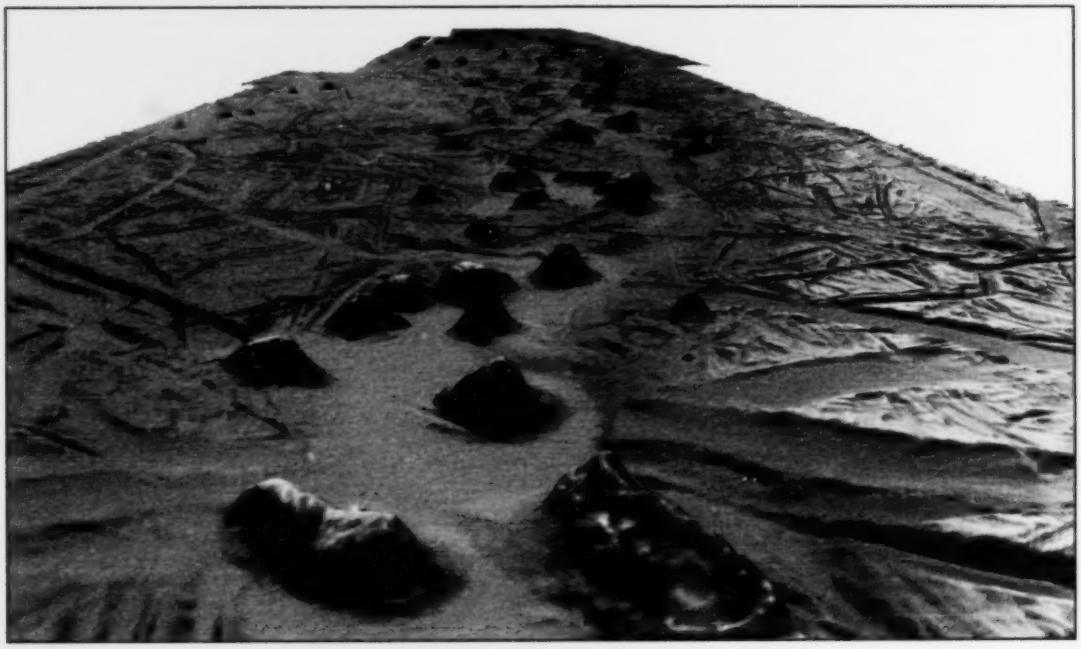


Image générée par ordinateur : SHC / MPO

Relevé de la mer de Beaufort en 2006
Cette image 3D d'entités semblables aux pingos dans le corridor de la mer de Beaufort a été prise par le Service hydrographique du Canada en 2006 au moyen d'un système sonar à faisceaux multiples embarqué à bord du NGCC *Nahidik*. Le terme « pingo », d'origine inuite, désigne généralement une petite colline ou une butte créée par la pression hydrostatique soulevant le sol dans les zones de pergélisol. L'émission *Daily Planet* du canal Discovery a présenté dans le cadre de sa série sur le Nord canadien le périple à bord du *Nahidik*.

Promotion stratégique des sciences

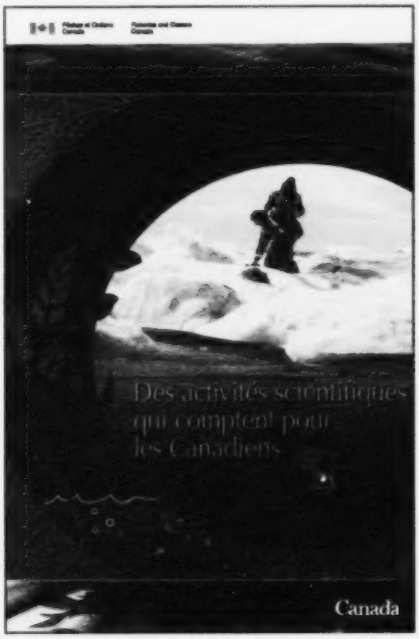
Au sein du Secteur des sciences du MPO, l'unité de promotion stratégique des sciences adopte une approche stratégique pour faire connaître le programme fédéral des sciences aquatiques. Cette unité de taille modeste poursuit un grand objectif : faire en sorte que les sciences aquatiques soient appréciées à leur juste valeur. Ses travaux concordent avec l'avantage du savoir préconisé par la stratégie fédérale sur les sciences et la technologie, selon laquelle les chercheurs canadiens doivent être à l'avant-garde des progrès importants qui engendrent des avantages dans les domaines sanitaire, environnemental, social et économique.

En produisant des articles, des conférences, des vidéos ainsi que des publications, imprimées et dans Internet, l'unité de promotion stratégique des sciences fait valoir auprès d'un large éventail de groupes l'importance des sciences aquatiques et des travaux des chercheurs du MPO. Elle prépare des pièces à exposer dans les centres des sciences nationaux et gère les activités de promotion en collaboration avec les organismes non gouvernementaux qui contribuent à l'apprentissage des sciences et à l'élaboration des programmes d'études dans le domaine. L'unité aide la sous-ministre adjointe du Secteur des sciences à donner suite aux avis formulés par le Comité consultatif des sciences, organisme externe composé de spécialistes des

communications scientifiques nommés d'office ou issus de l'extérieur du MPO, qui donne des avis à l'équipe de gestion du Secteur au cours de l'année. Par ailleurs, l'unité assure le leadership stratégique auprès du personnel régional en ce qui a trait à la promotion pour mettre en valeur les portes ouvertes, les grandes manifestations et les célébrations commémoratives auxquelles le milieu participe.

On doit aussi à l'unité de promotion stratégique des sciences la série très prisée d'articles vedettes du MPO, qui sont affichés en ligne http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/Story/feature_f.htm. Pour s'abonner à la liste d'envoi de ces articles, il suffit d'envoyer un courriel à sciencebulletin@dfo-mpo.gc.ca en inscrivant comme objet la mention « abonnement ».

Le présent rapport et la brochure du Secteur des sciences du MPO intitulée *Des activités scientifiques qui comptent pour les Canadiens* http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/Publications/Science_Brochure/index_f.htm figurent parmi les plus récentes publications produites par l'unité.



La brochure *Des activités scientifiques qui comptent pour les Canadiens*

Section 3

Reconnaissance de l'excellence

Publications

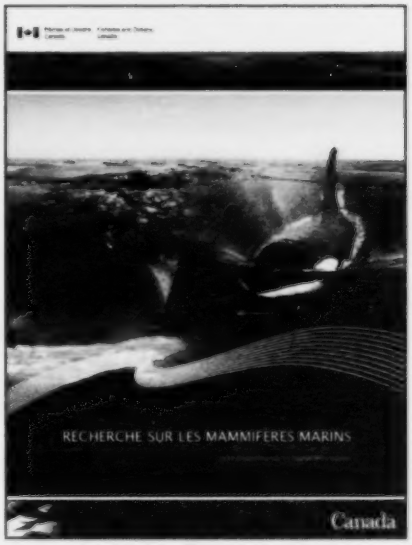
Le Secrétariat canadien de consultation scientifique, qui relève du Secteur des sciences du MPO, coordonne l'examen par les pairs de publications scientifiques pour le compte du ministère. Il collabore avec les bureaux régionaux du MPO à l'élaboration de vues d'ensemble intégrées de questions reliées à la dynamique des stocks de poisson, à l'écologie marine et à l'utilisation de ressources aquatiques vivantes de même qu'à la mise en évidence rapide des nouveaux enjeux. En 2006, environ 200 publications ont été produites en vertu du mécanisme de formulation d'avis scientifiques du Secrétariat. On peut les consulter dans le site Web du MPO **www.dfo-mpo.gc.ca/csas**

En 2004, dernière année pour laquelle on a accès à des données bibliométriques complètes pour l'ensemble du Canada, les chercheurs du MPO ont produit 27 p. 100 des publications scientifiques canadiennes soumises à un examen par les pairs dans les domaines de la biologie marine et de l'hydrobiologie et 31 p. 100 dans ceux de l'océanographie et de la limnologie.

Les différents articles exercent souvent une grande influence, à la fois sur le plan scientifique et stratégique. Par exemple, l'article intitulé « Evolutionary response to size-selective mortality in an exploited fish population » produit en 2007 par Douglas Swain, Alan Sinclair et J.M. Hanson a été publié dans les Proceedings of the Royal Society of London *(Series B. DOI, 10.1098/rspb.2006.0275)*. Les auteurs ont innové en utilisant une série chronologique de 30 ans de longueurs selon l'âge rétrocalculées pour vérifier une réaction génétique à la mortalité sélective en fonction de la taille au sein d'une population de morue *(Gadus morhua)* faisant l'objet d'une vaste exploitation. L'étude souligne la nécessité d'élaborer des régimes de gestion prenant en compte les conséquences évolutives de la pêche. L'article a été souligné dans le *Conservation Magazine* et dans le site Web *Faculty of 1000 Biology*, qui présente les articles les plus intéressants en biologie à la lumière des recommandations de 1 000 scientifiques éminents. D'après l'un des examinateurs, il s'agit jusqu'à maintenant de la démarche la plus sérieuse pour faire la preuve de façon empirique que la pêche sélective selon la taille peut se traduire par une évolution du taux de croissance[1].

Aperçu de la recherche sur les mammifères marins

Le Secteur des sciences du MPO publie à l'occasion des aperçus portant sur des domaines scientifiques particuliers. En février 2007, le Centre d'expertise sur les mammifères marins (CEMM) a publié *Recherche sur les mammifères marins – Un aperçu,* document entièrement illustré sur la recherche menée par les membres du Centre d'expertise au sein du MPO. Le CEMM travaille à des projets novateurs fort variés visant à



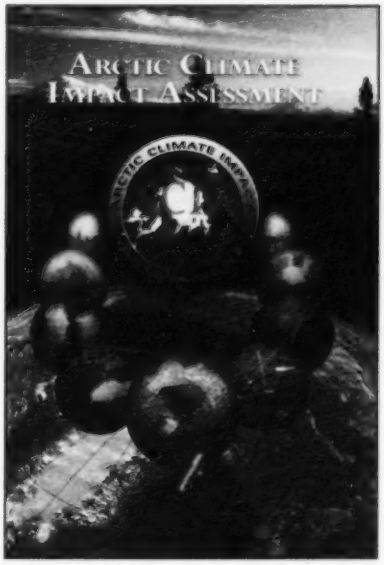
La couverture haute en couleurs du rapport *Recherche sur les mammifères marins – Un aperçu*

[1] *Mikko Heino, Faculty of 1000 Biology, 27 mars 2007, www.f1000biology.com/article/id/1071957/evaluation*

recueillir de l'information sur la dynamique, l'écologie, l'habitat, la migration et la santé des mammifères marins d'un océan à l'autre. Cette publication donne de l'information sur le béluga, espèce en voie de disparition dans le Saint-Laurent, la baleine noire dans la baie de Fundy et l'épaulard dans le Pacifique ainsi que sur la recherche visant le narval, la baleine boréale et de nombreuses autres espèces de mammifères marins. On peut obtenir sur demande cette publication de 80 pages sur papier ou en version PDF dans le site de l'Observatoire du Saint-Laurent http://www.osl.gc.ca/mm/pdf/reference_frafnl.pdf

Évaluation des répercussions du changement climatique à l'échelle de l'Arctique

En ce qui touche l'élaboration d'une politique axée sur les résultats de la recherche – et la compréhension par le public du changement climatique en général –, l'apport du MPO dans le domaine des répercussions du changement climatique dans l'Arctique illustre de façon fort éloquente la grande qualité de la contribution scientifique du MPO. En 2000, deux groupes de travail du Conseil de l'Arctique – Conservation de la flore et de la faune arctiques et Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique –, ainsi que le Comité international pour les sciences arctiques – ont été chargés de procéder à une évaluation des répercussions du changement climatique à l'échelle de l'Arctique. En plus de solliciter d'autres auteurs, Jim Reist, scientifique du MPO siégeant au comité directeur international, a joué un rôle clé en tant que coauteur de matériel, auteur de résumés et auteur principal du chapitre sur les écosystèmes d'eau douce et la pêche aux poissons dulcicoles. Sur les 3 auteurs principaux, les 12 auteurs collaborateurs et les 10 auteurs conseils mis à contribution pour ce chapitre, 6 sont des employés du MPO : Jim Reist, Richard Beamish, Jackie King, Robie Macdonald, Brian Dempson et Ross Tallman. Les résultats ont été publiés dans le très influent rapport de 2004 intitulé *Arctic Climate Impact Assessment Overview,* sommaire de 140 pages destiné aux responsables des politiques et aux gouvernements, auquel M. Reist a participé à titre de coauteur. La science de base et l'évaluation des répercussions ont été rendues publiques lors d'une conférence internationale en 2005 dans la version intégrale *Arctic Climate Impact Assessment Scientific Report.* Outre le chapitre sur les écosystèmes d'eau douce et la pêche de poissons dulcicoles, d'autres chapitres du rapport ont mis à contribution des employés du MPO en tant qu'auteurs collaborateurs ou conseillers, soit Eddy Carmack, Ken Drinkwater et Fiona McLaughlin pour les systèmes de marine ainsi que Jim Carscadden et George Lilly pour les pêches et l'aquaculture. Pour en apprendre davantage, on peut consulter en ligne les documents produits par l'ACIA (en anglais seulement) www.acia.uaf.edu/pages/scientific.html



Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)

En 2006, Jim Reist et les autres auteurs principaux Fred Wrona et Terry Prowse d'Environnement Canada ont remanié la présentation du chapitre du rapport scientifique de l'EICCA consacré aux écosystèmes d'eau douce et à la pêche des poissons dulcicoles pour le publier sous la forme d'une série de 10 articles dans la prestigieuse revue *Ambio,* afin de mieux communiquer les résultats de la recherche au milieu scientifique, aux chercheurs du secteur public et aux responsables de la politique. On peut consulter ces articles ou leur résumé dans le site Web d'*Ambio* **http://ambio.allenpress.com/ambioonline/?request=get-toc&issn=0044-7447&volume=035&issue=07**

Les différents produits de l'EICCA continuent d'avoir une énorme incidence, car cette évaluation a amené tous les pays de l'Arctique à modifier leur politique concernant le changement climatique. En plus de contribuer à un changement d'attitude à l'échelle mondiale en ce qui a trait au changement climatique, désormais considéré comme un danger présent bien réel et non plus comme une menace qui émerge, elle a modifié et influencé la politique du gouvernement du Canada concernant l'Arctique et l'a directement incité à financer le plus important programme de recherche national parmi tous les pays de l'Arctique pour l'Année polaire internationale de 2007-2010.

De surcroît, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a récemment utilisé les résultats régionaux substantiels issus de l'EICCA pour appuyer sa réévaluation des répercussions du changement climatique mondial, atténuer les répercussions du changement, servir de modèle pour les évaluations régionales à venir et continuer d'influer sur l'adaptation et l'atténuation des effets du changement climatique au Canada et ailleurs dans le monde. Au pays, l'EICCA sert également de modèle pour la réévaluation en cours des répercussions et de l'adaptation climatiques sur une base régionale. Sous la gouverne de Ressources naturelles Canada, en collaboration avec des scientifiques du MPO, cette réévaluation devrait être publiée. Pour en apprendre davantage, on peut consulter le site Web du GIEC **www.ipcc.ch/languages/french.htm**

Prix Nobel de la paix au Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du climat

En octobre 2007, alors que la production du présent rapport tirait à sa fin, le Secteur des sciences du MPO a appris que le GIEC était colauréat du prix Nobel de la paix 2007 avec Al Gore, ancien vice-président des États-Unis. Nous félicitons les scientifiques du MPO suivants, qui ont participé au GIEC, ainsi que tous ceux qui ont contribué à cet effort :

Deuxième Rapport d'évaluation du GIEC, 1995 : Angelica Peña, Ian Perry, Trevor Platt et David Welch (anciennement du MPO)

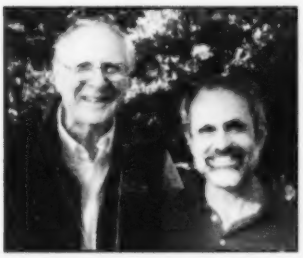
Troisième Rapport d'évaluation du GIEC, 2001 : Richard Beamish

Quatrième Rapport d'évaluation du GIEC, 2007 – Groupe de travail I : Les bases scientifiques physiques
Ken Denman, Jim Christian, Igor Yashayaev, Humfrey Melling, Howard Freeland, Allyn Clarke et Robie Macdonald (**http://IPCC-wg1.ucar.edu**

Groupe de travail II : Impacts, adaptation et vulnérabilités
Jim Reist et Ken Minns (**http://www.IPCC-wg2.org/**)

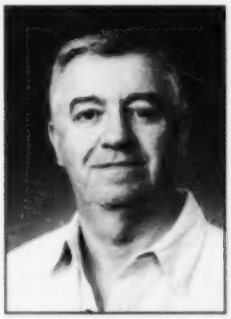
Distinctions

Ken Denman et Trevor Platt – médaille Timothy R. Parsons 2006



Timothy R. Parsons et Ken Denman

Ken Denman, de la Région du Pacifique du MPO, a reçu cette médaille pour avoir contribué tout au long de sa carrière à l'étude de l'influence des processus physiques sur la productivité océanique et avoir été l'un des premiers à faire des recherches océanographiques physiques, biologiques et chimiques intégrées. Ce chercheur infatigable débordant d'idées inédites est l'auteur de nombreuses publications de prestige, notamment des articles qui ont pavé la voie à l'étude des interactions physiques et biologiques aux niveaux inférieurs du réseau alimentaire et le couplage des systèmes climatiques et des cycles biogéologiques. Spécialiste renommé de la modélisation des écosystèmes marins et du climat maritime, il a prodigieusement contribué à la science du changement climatique en déterminant les processus par lesquels les écosystèmes marins réagissent au climat et l'influencent à leur tour. Il est l'un des scientifiques du MPO qui fait partie du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du climat, colauréat du prix Nobel de la paix 2007. Ken Denman travaille au Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatiques à l'Université de Victoria, et à l'Institut des sciences de la mer du MPO, à Sidney, en Colombie-Britannique.



Trevor Platt

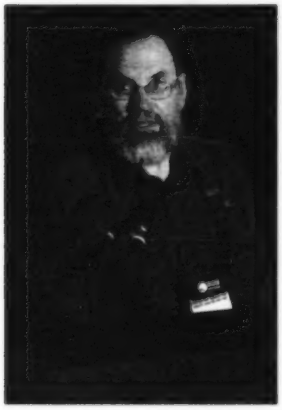
Cette médaille a également été décernée à Trevor Platt pour sa contribution exceptionnelle aux domaines de l'océanographie biologique et de l'écologie marine, de la thermodynamique de l'écosystème de la haute mer et de l'approche écosystémique de gestion des pêches. Ce chef de file de la recherche océanographique interdisciplinaire est un pionnier des nouvelles méthodes quantitatives et de l'utilisation de données satellitaires de télédétection pour mesurer les processus océaniques. Cet auteur prolifique compte plus de 285 publications scientifiques à son actif. Grâce à sa participation aux travaux du Programme international géosphère-biosphère, du Comité scientifique sur la recherche océanique, de l'Étude conjointe sur les flux océaniques mondiaux et du Groupe de coordination international des données sur la couleur de l'océan, M. Platt exerce une grande influence à l'échelle internationale. Il travaille à l'Institut océanographique de Bedford du MPO, situé à Dartmouth, en Nouvelle-Écosse, et est professeur adjoint à l'Université Dalhousie, à Halifax, en Nouvelle-Écosse.

Eddy Carmack – Médaille Massey de la Société géographique royale du Canada

Eddy Carmack à bord du *NGCC Louis S. St-Laurent*
M. Carmack est bien connu des écoliers canadiens. En effet, 4 000 jeunes Canadiens ont participé au projet de bouteilles à la mer pour suivre les courants des océans. En août 2007, on avait retrouvé 150 bouteilles.
Photo: © Paul Galipeau

La Médaille Massey rend hommage à des réalisations exceptionnelles à l'appui de l'exploration, du développement ou de la description de la géographie du Canada. Eddy Carmack, océanographe à l'Institut des sciences de la mer à Sidney, en Colombie-Britannique, a reçu cette distinction en 2007 pour avoir joué un rôle de premier plan en océanographie. Il pilote l'important projet *Les trois océans du Canada* sous l'égide de l'Année polaire internationale. Deux brise-glace de la Garde côtière canadienne en mission dans l'Arctique canadien permettront de dresser un bilan des propriétés de l'océan et de l'écosystème à grande échelle et d'établir par la même occasion une base scientifique pour assurer une surveillance soutenue des mers subarctiques et arctiques du Canada dans la foulée du réchauffement planétaire. Ils parcourront environ 12 000 km. On peut en apprendre davantage dans le site Web de l'Année polaire internationale **http://www.ipy.gc.ca/intl/fs/ctho_f.html**

R. Allyn Clarke – Société canadienne de météorologie et d'océanographie (SCMO) – nommé membre émérite



R. Allyn Clarke, membre émérite du SCMO, 2007

R. Allyn Clarke, scientifique émérite au MPO, travaille à l'Institut océanographique de Bedford à Dartmouth, en Nouvelle-Écosse. Il a été nommé membre émérite de la Société canadienne de météorologie et d'océanographie (SCMO), qui a pour but de stimuler l'intérêt pour la météorologie et l'océanographie au Canada. M. Clarke a été reconnu pour ses contributions majeures à l'océanographie physique de l'Atlantique Nord et aux études du climat mondial grâce à la recherche, à la gestion et au leadership au niveau national ou international.

Howard Freeland – Société canadienne de météorologie et d'océanographie (SCMO) – Prix du président

Howard Freeland de l'Institut des sciences de la mer du MPO à Sidney, en Colombie-Britannique, a reçu le Prix du président de la Société canadienne de météorologie et d'océanographie (SCMO) pour avoir mis en place un réseau mondial de profileurs dérivants Argo, percée majeure dans le domaine de l'océanographie observationnelle. Les travaux de M. Freeland et du coauteur Patrick Cummins sont documentés dans l'article intitulé « Argo: A new tool for environmental monitoring and assessment of the world's oceans, an example from the N. E. Pacific ». La SCMO attribue le Prix du président pour une excellente communication ou un livre de grande valeur traitant de météorologie ou d'océanographie.

James Gower – Pan-Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC) – 2006 Distinguished Science Award

James Gower est chercheur à l'Institut des sciences de la mer de Sidney, en Colombie-Britannique. À la Pan-Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC) tenue en novembre 2006, on lui a rendu hommage pour ses travaux hors du commun qui ont fait progresser la science dans ce domaine.

David Higgs – Association aquicole du Canada – Prix d'excellence en recherche

David Higgs reçoit le Prix d'excellence en recherche de l'Association aquicole du Canada.

Dans la région du Pacifique, David Higgs est chef du Programme de nutrition du poisson au MPO et au Centre de recherche sur l'aquaculture et l'environnement de l'Université de Colombie-Britannique. Il travaille en collaboration avec des universités ou l'industrie dans trois grands domaines : l'amélioration des opérations d'alevinage, l'atténuation des effets environnementaux de l'élevage du saumon ainsi que la nutrition du poisson. En novembre 2006, M. Higgs a reçu le Prix d'excellence en recherche de l'Association aquicole du Canada pour ses réalisations exceptionnelles et son apport à la progression des connaissances sur la nutrition du poisson.

Zbigniew (Bob) Kabata – Ordre du Canada

Bob Kabata, éminent scientifique, poète et héros de guerre, a été nommé membre de l'Ordre du Canada en 2007.

Bob Kabata, scientifique émérite à la Station biologique du Pacifique du MPO à Nanaimo, en Colombie-Britannique, et parasitologue réputé dans le monde entier, a été nommé membre de l'Ordre du Canada en 2007. Il a été intronisé au sein de ce prestigieux groupe de Canadiens en reconnaissance de sa brillante carrière consacrée à la recherche scientifique sur les parasites du poisson. On peut en apprendre davantage en visionnant la vidéo en ligne *Kabata : évolution d'un scientifique* www.science.gc.ca

Jerome Keen et David Haight – Commission des pêches des Grands Lacs – Prix Vern-Applegate 2006

Jerome Keen, du Centre de contrôle de lamproie de mer de Sault Ste. Marie, et David Haight, ancien employé du MPO maintenant à la retraite, ont reçu le Prix Vern-Applegate 2006 décerné par la Commission des pêches des Grands Lacs pour s'être distingués en allant au-delà des fonctions de leurs postes respectifs afin d'accroître le rayonnement du Programme de lutte contre la lamproie marine du MPO à l'échelle de la région.

Simon J. Prinsenberg – Société canadienne de météorologie et d'océanographie – Médaille J.P. Tully en océanographie

Simon J. Prinsenberg, Médaille J.P. Tully en océanographie, 2007

Simon Prisenberg, de l'Institut océanographique de Bedford, à Dartmouth, en Nouvelle-Écosse, a été lauréat de la Médaille J.P. Tully en océanographie. Grâce à sa capacité exceptionnelle de concevoir les instruments requis pour prendre des mesures uniques en leur genre dans des milieux difficiles, il a permis de mieux comprendre les processus océaniques et glaciaires qui influencent l'environnement nordique.

Michael Sinclair – Vice-président du Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM)

Michael Sinclair, directeur du Secteur des sciences du MPO dans la Région des Maritimes, en poste à l'Institut océanographique de Bedford, à Dartmouth, en Nouvelle-Écosse, a été élu vice-président du Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM) au moment de la création de cet organisme. En plus d'assurer la coordination et la promotion des recherches océanographiques dans l'Atlantique Nord, le CIEM constitue le point de convergence pour plus de 1 600 scientifiques spécialistes de l'océan des 20 pays qui bordent l'Atlantique Nord.

Denis Gilbert – Conseil consultatif sur l'hypoxie

Denis Gilbert vérifie des échantillons au cours d'une mission de recherche.

Le conseil consultatif scientifique du bureau des eaux de l'Environmental Protection Agency des États-Unis évalue les enjeux scientifiques et techniques complexes qui influent sur les causes, l'emplacement, l'ampleur et la durée de la zone hypoxique dans le nord du golfe du Mexique. Il établit par ailleurs l'ordre de priorité des différentes options concernant la gestion de l'hypoxie et la lutte contre ce problème et détermine s'il est possible de les mettre en application dans le bassin du Mississippi et le golfe du Mexique. Le spécialiste canadien de l'hypoxie, Denis Gilbert, de l'Institut Maurice-Lamontagne, siège au sein de ce conseil. Il est d'ailleurs la seule personne n'ayant pas la citoyenneté américaine à avoir été invitée à en faire partie.

Prix du sous-ministre pour le réseau de bouées océanographiques

Bernard Pettigrew, Roger Pigeon et Pierre Larouche de l'Institut Maurice-Lamontagne ont remporté un Prix du sous-ministre pour avoir mis sur pied un système de mesure qui fait appel à des bouées pour valider les images satellitaires couleurs de l'environnement marin du Saint-Laurent. Le réseau de bouées constitue un volet important du Programme de monitorage de la zone atlantique, qui prend en continu des mesures de l'environnement marin. Comme il n'existait aucun système commercial répondant aux besoins opérationnels, les trois employés ont développé un nouveau système océanographique haute performance. Ce système installé sur une bouée de navigation standard acquise auprès d'une entreprise locale et adaptée aux conditions maritimes du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent a permis de réaliser des économies appréciables au titre des coûts de fabrication. Avec les connaissances techniques ainsi acquises, l'entreprise locale participant à la mise au point des bouées a pu commercialiser ses propres bouées.

Prix de la Direction des océans décerné aux hydrographes du SHC

Lors d'une réunion des directeurs régionaux des océans tenue à Charlottetown, Céline Gaulin, directrice générale des océans, à Ottawa, a reconnu les efforts déployés par les hydrographes en présentant un certificat d'appréciation aux équipes du Service hydrographique du Canada qui travaillent dans l'ombre au niveau national ou régional. Ce certificat souligne la contribution des équipes au cours des dix dernières années, particulièrement leur conscience professionnelle à l'appui de diverses initiatives comme la Stratégie sur les océans du Canada et le Plan d'action du Canada pour les océans. Grâce aux nouvelles technologies à faisceaux multiples, les hydrographes peuvent balayer et visualiser de grandes portions du plancher océanique en trois dimensions et classifier l'environnement benthique. Chacune de ces techniques contribue grandement aux connaissances scientifiques sur les terres canadiennes submergées en vue d'une gestion intégrée des écosystèmes. Richard Sanfaçon, gestionnaire de l'acquisition des données, a reçu le prix au nom des membres de son équipe, Roger Côté et Louis Maltais de la Région du Québec.

Service hydrographique du Canada (SHC) – American Society for Quality (ASQ) Canada – Quality Recognition Award au Service hydrographique du Canada

En avril 2006, l'honorable Kevin O'Brien, ministre de l'Entreprise de Terre-Neuve-et-Labrador, a présenté un Quality Recognition Award au bureau de district de Terre-Neuve du SHC pour souligner la réussite de la mise en œuvre d'un système de gestion de la qualité répondant aux exigences de la norme internationale de gestion de la qualité ISO 9001:2000. Depuis le milieu des années 1990, ASQ Canada déploie des efforts à Terre-Neuve-et-Labrador pour favoriser l'apprentissage, l'amélioration de la qualité et la mise en commun des connaissances. Il s'agit de la première édition des prix de reconnaissance de la qualité ISO 9000. Par ailleurs, la Région du Centre et de l'Arctique du SHC a reçu un prix pour son engagement en faveur de la qualité lors de la Foire de la qualité dans le secteur public 2007 pour ses efforts consacrés à la préparation et au maintien de normes de qualités dans le cadre de l'initiative des Normes de service du SHC.

Prix d'excellence – Lauréats du Secteur des sciences du MPO

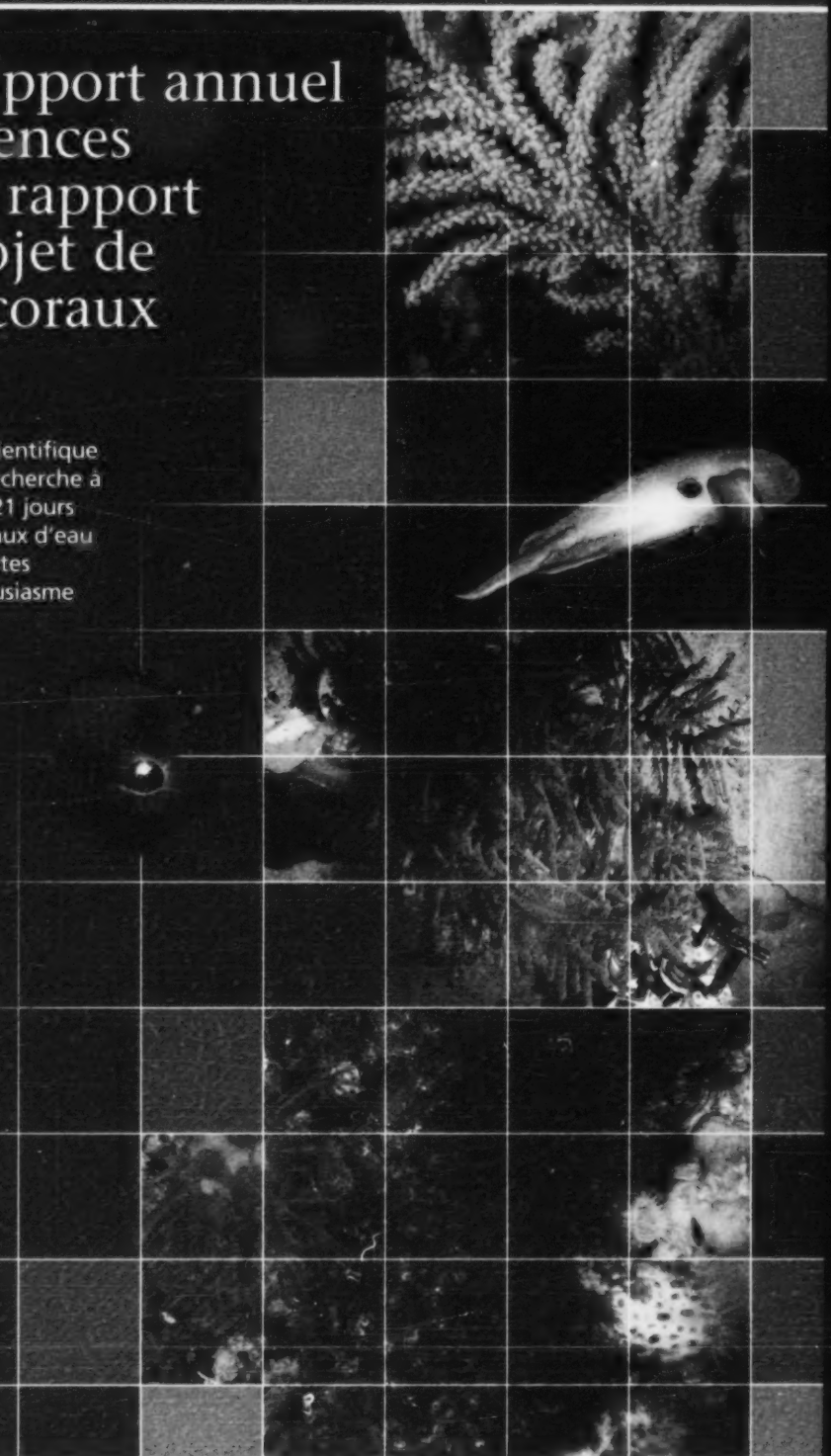
Le Prix d'excellence est la distinction la plus prestigieuse décernée par le MPO à des individus et à des équipes qui apportent une contribution exemplaire au ministère. Le 31 mai 2007, plusieurs employés du Secteur des sciences du MPO en ont reçu un.

Lauréats	Domaine d'excellence	Région	Réalisations
Theresa Carolyn Dugas	Valeurs et éthique	Maritimes	Appui exceptionnel à la soixantaine d'employés du Service hydrographique du Canada
Sherry Niven Judy B. Simms	Valoriser et soutenir les gens	Maritimes	Réalisations en tant que membres du comité consultatif régional de la diversité et création d'un milieu de travail plus sain pour tous les employés du MPO
David Victor Branchieman	Prestation de services	Centre et Arctique	Leadership dans la conservation, la gestion et la protection des ressources halieutiques nationales grâce à la promotion des principes d'écosystème et aux approches en matière de gestion du bassin hydrologique
Richard D. Stanley	Prestation de services.	Pacifique	Efforts déployés dans le cadre de l'équipe intégrée pour assurer la viabilité biologique et économique de la pêche aux poissons de fond
Annette Anthony Christine Lemay Gordon Miller Pamela Olson Lynne Post Elva Simundsson	Prestation de services	Toutes les régions	Création de la base de données en ligne Waves destinée au public sous l'égide du Conseil des bibliothécaires de Pêches et Océans
Michael Chadwick	Politiques ou sciences	Golfe	Leadership exceptionnel dans la promotion d'un milieu de la recherche dynamique et collaboration avec les intervenants pour favoriser des solutions concertées entre les universités, l'industrie, le gouvernement et les Premières nations dans l'intérêt de la vie marine dans la région du golfe
Martin A. Bergmann Donna Laroque Oksana Schimnowski Vera Williams	Politiques ou sciences	Centre et Arctique, Pacifique, Région de la capitale nationale	En collaboration avec leurs collègues des Communications, des Ressources humaines, de la Garde côtière canadienne et de Transports Canada, efforts déployés aux fins de la diffusion pendant une semaine de bulletins d'information et de reportages au bulletin de nouvelles *The National* au réseau de télévision CBC lors de l'expédition du brise-glace dans l'Arctique en 2006 à bord du NGCC *Louis S. St-Laurent*
Michael F. O'Connell	Politiques ou sciences	Terre-Neuve-et-Labrador	Efforts déployés en tant qu'autorité prééminente en ce qui concerne la pêche au saumon de l'Atlantique et ses retombées durables, et contribution aux activités scientifiques portant sur l'environnement aquatique
Sarah Cosgrove	Politiques ou sciences	Toutes	En tant que membre de l'équipe de base du projet de loi C 45, efforts déployés pour déposer un nouveau projet de loi au parlement afin de mettre à jour la *Loi sur les pêches*

À venir dans le Rapport annuel du Secteur des sciences de 2007-2008, un rapport faisant état du projet de recherche sur les coraux d'eau profonde

Au cours de l'été 2007, Ellen Kenchington, scientifique principale du MPO, a dirigé une équipe de recherche à bord du *NGCC Hudson* pour une mission de 21 jours visant à accroître notre connaissance des coraux d'eau profonde et des espèces connexes sur les pentes continentales du Canada atlantique. L'enthousiasme éprouvé par les scientifiques devant leurs découvertes et les images fantastiques des grands fonds marins ont été communiqués grâce à une large couverture médiatique au Canada et à travers le monde. Des scientifiques de l'Institut océanographique de Bedford, du Centre des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest, de l'Université Memorial et de l'Université Dalhousie y ont participé.

Le véhicule sous-marin de grands fonds ROPOS a été déployé dans quatre zones, soit la zone de protection marine du Gully, la zone de conservation du corail Lophelia de Stone Fence et ses environs, et dans le sud-ouest des Grands Bancs, le chenal Haddock, le chenal Halibut et le canyon Desbarres. Il a recueilli plus de 3 000 images numériques haute définition, plus de 10 000 saisies d'images de haute qualité et de nombreuses heures de prises de vue en couleur haute définition. Voici quelques-unes de ces images.



Photos : de haut en bas

Corail de l'espèce *Primnoa resedaeformis* sur une falaise verticale dans la zone de protection marine du Gully. L'âge de cette espèce à croissance très lente atteint 800 ans.

« Dumbo » – une pieuvre d'un mètre de longueur, dotée de nageoires de part et d'autre de sa tête, découverte dans le Gully de l'île de Sable

Corail de l'espèce *Antipatharian* (corail noir) prélevé par le ROPOS dans le sud-ouest des Grands Bancs.

De nombreuses espèces de coraux croissent dans ce « jardin de coraux » dans les eaux des grands fonds des pentes continentales au-dessous de la zone de conservation du corail *Lophelia* de Stone Fence.